

# ANÁLISE DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NUMA HABITAÇÃO.

**JOSÉ PEIXOTO MARQUES**

Outubro de 2016

# ANÁLISE DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NUMA HABITAÇÃO

José Peixoto Marques



Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e Computadores – Automação e Sistemas

**2016**



Relatório elaborado para satisfação parcial dos requisitos da Unidade Curricular de DSEE -  
Dissertação do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Automação e Sistemas

Candidato: José Peixoto Marques, Nº 1010673, 1010673@isep.ipp.pt

Orientação científica: Teresa Alexandra Nogueira, tan@isep.ipp.pt



Departamento de Engenharia Eletrotécnica  
Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Automação e Sistemas

**2016**



À Andreia Sofia



## *Agradecimentos*

Quando a elaboração da tese de final de curso, já parecia adiada para data incerta, eis que surgem duas Profissionais, na parte final do ano letivo, que se disponibilizaram para ajudar e, de certa forma, me motivaram para prosseguir este trabalho. Fiquei, assim, mais próximo de concluir esta tese de mestrado e consequentemente também o curso em questão. O meu sincero obrigado para:

- Professora Cecília Reis;
- Professora Teresa Nogueira.

Agradeço também aos colegas/amigos que compreenderam a minha ausência devido à elaboração deste trabalho, nomeadamente ao grupo de peregrinos para Santiago de Compostela, que de 3 a 9 de outubro percorreram El Camiño.

A todas as pessoas que contribuíram de alguma forma para o meu desenvolvimento académico, pessoal e profissional.

Lembro meu Pai<sup>†</sup> e minha Mãe que, ao longo destes anos e dentro das suas possibilidades, contribuíram para que eu conseguisse conciliar os deveres pessoais, profissionais e académicos enquanto trabalhador-estudante.





## *Resumo*

Neste trabalho, começa-se por traçar um panorama sobre o consumo de energia elétrica per capita em Portugal e no mundo. Para entender melhor como é que cada pessoa ou equipamento influencia esse consumo no nosso país, é feita uma análise sobre o consumo de energia elétrica numa habitação. Devido ao conhecimento que se tem da habitação e dos hábitos dos seus residentes, estima-se um provável perfil de consumo de cada equipamento nos vários meses do ano, calculando-se também o valor a pagar nas 3 diferentes tarifas praticadas por três fornecedores de eletricidade. Também são criados diferentes cenários de consumos, com a finalidade de avaliar qual a potência contratada que melhor serve as necessidades dessa mesma habitação. Foi desenvolvida uma ferramenta de apoio em Excel para o cálculo das diferentes estimativas e cenários de consumo.

## *Palavras-Chave*

Consumo de energia, eletricidade, equipamento elétrico, fornecedor de energia, potência contratada, tarifa simples, bi-horária, tri-horária.



## *Abstract*

In this work, we start by taking an overview about world and portuguese electric power consumption per capita. To better understand how a person or an equipment influence that consumption in our country, an analysis about the electricity consumption in one dwelling is done. Due to the housing knowledge and the habits of the residents, the consumption profile of each equipment is estimated month after month for one complete year. The cost for 3 different energy tariffs is calculated in three different electric energy suppliers. Also the best option for the contracted power is evaluated for the same dwelling. An Excel spreadsheet is used to support these calculations.

## *Keywords*

Contracted power, electricity, electrical equipment, energy consumption, energy supplier, energy tariffs.



# Índice

AGRADECIMENTOS.....	I
RESUMO .....	III
ABSTRACT .....	V
ÍNDICE .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	IX
ÍNDICE DE TABELAS .....	XI
ACRÓNIMOS.....	XIII
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1.CONTEXTUALIZAÇÃO.....	2
1.2.OBJETIVOS .....	2
1.3.ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO .....	3
<b>2. O CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA.....</b>	<b>5</b>
2.1.O CONSUMO DE ELETRICIDADE PER CAPITA EM 2014 .....	7
2.2.UMA VISÃO SOBRE O CONSUMO DE ELETRICIDADE EM PORTUGAL.....	10
2.3.O FORNECIMENTO DE ELETRICIDADE EM PORTUGAL .....	12
2.4.FORNECEDORES DE ENERGIA ELÉTRICA .....	14
2.4.1. Preços praticados pelos comercializadores.....	16
<b>3. A HABITAÇÃO EM ESTUDO .....</b>	<b>19</b>
3.1.MEDIÇÃO E ESTIMATIVA DE CONSUMOS .....	20
3.2.DISTRIBUIÇÃO DE CONSUMOS.....	21
3.2.1. Distribuição de consumo por grupos de equipamentos .....	23
3.2.2. Estimativa de consumo em tarifa bi-horária.....	24
3.2.3. Estimativa de consumos em tarifa tri-horária.....	25
3.3.ESTIMATIVAS COM 3 DIFERENTES FORNECEDORES .....	26
3.4.ESTIMATIVA DE POTÊNCIA A CONTRATAR.....	27
3.5.DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTA DE CÁLCULO .....	29
3.6.RESULTADOS OBTIDOS.....	32
3.6.1. Comparação com o consumo doméstico nacional .....	33
3.7.ANÁLISE CONCLUSIVA .....	34
<b>4. CONCLUSÕES.....</b>	<b>35</b>

<b>REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS.....</b>	<b>37</b>
<b>ANEXO A. CONSUMOS E CRESCIMENTO PER CAPITA.....</b>	<b>38</b>
<b>ANEXO B. RANKING DO CONSUMO VS PIB PER CAPITA.....</b>	<b>42</b>
<b>ANEXO C. HORÁRIOS DAS TARIFAS SIMPLES E BI-HORÁRIA .....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXO D. HORÁRIOS DA TARIFA TRI-HORÁRIA .....</b>	<b>46</b>
<b>ANEXO E. EXCEL COM OS CÁLCULOS DE JANEIRO .....</b>	<b>47</b>
<b>ANEXO F. EXCEL COM OS CÁLCULOS DE JULHO.....</b>	<b>48</b>

## *Índice de Figuras*

Figura 1	Consumo de eletricidade a nível mundial de 1971 a 2013	6
Figura 2	Consumo de eletricidade per capita em 2014	8
Figura 3	Consumo de eletricidade em Portugal de 1994 a 2014	10
Figura 4	Consumo de energia por região entre 2011 e 2014	11
Figura 5	Distribuição percentual por tipo de consumo	12
Figura 6	Encargos de potência diária até 20,7 kVA	14
Figura 7	Quotas de mercado em % de energia consumida	16
Figura 8	Faturação de energia elétrica nos últimos 12 meses	21
Figura 9	Distribuição por grupo de consumo	24
Figura 10	Custo total da eletricidade para doze meses	27
Figura 11	Ferramenta de apoio em Excel	29
Figura 12	Folha de cálculo Equipamentos	31
Figura 13	Folha de cálculo com o total de consumos	32
Figura 14	Consumo Doméstico per capita em 2014	34





## *Índice de Tabelas*

Tabela 1	Consumo vs população mundial	6
Tabela 2	Consumos de eletricidade e PIB per capita para 2014	9
Tabela 3	Consumo total de eletricidade por tipo de setor em 2014	11
Tabela 4	Preço da energia ativa em Euros/kWh	13
Tabela 5	Fornecedores de eletricidade em Portugal	15
Tabela 6	Preços da tarifa simples <20.7kVA	17
Tabela 7	Estimativas de tempo de funcionamento por equipamento	20
Tabela 8	Potência e consumo estimado por equipamento	22
Tabela 9	Agrupamento dos equipamentos	23
Tabela 10	Estimativa de consumo em tarifa bi-horária	25
Tabela 11	Estimativa de consumos em tarifa tri-horária	26
Tabela 12	Possíveis cenários de funcionamento	28
Tabela 13	Comparativo de consumos	32
Tabela 14	Consumo e população em 2014	33



## *Acrónimos*

AVAC	–	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
BTN	–	Baixa Tensão Simples
EDP	–	Energias de Portugal
ERSE	–	Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos
ETICS	–	<i>External Thermal Insulation Composite System</i>
IEA	–	<i>International Energy Agency</i>
INE	–	Instituto Nacional de Estatística
kVA	–	kilovolt Ampere
kWh	–	kilowatt hora
NZEB	–	<i>Nearly net-Zero Energy Buildings</i>
PIB	–	Produto Interno Bruto
W	–	Watt



# 1. INTRODUÇÃO

O acesso à energia tem uma importância fundamental para o desenvolvimento mundial. As melhorias do nível de vida e o crescimento da população têm acelerado o consumo de energia nas mais variadas formas. A energia elétrica consumida em edifícios, na indústria ou transportes é uma dessas formas. Essa mesma energia elétrica é produzida a partir de combustíveis fósseis (petróleo e carvão), fontes renováveis (solar, eólica, marés, hídrica, biomassa) ou de energia nuclear. Os combustíveis fósseis não são intermináveis, provocam poluição e as consequentes alterações climáticas. As energias renováveis, apesar de abundantes, são de certa forma incontroláveis e intermitentes, tendo ainda pouca penetração na produção total de eletricidade. A energia nuclear provoca divisão de opiniões acerca do seu uso devido às graves consequências em caso de desastre, como os ocorridos em Fukushima no Japão em março de 2011 e o de Chernobyl na Ucrânia, em abril de 1986.

Tendo em conta os inconvenientes do uso de cada uma das fontes de energia primárias, e juntando o contínuo aumento do consumo de energia elétrica que tem ocorrido nos últimos 50 anos praticamente em todos os países com dados registados, torna-se necessário sensibilizar cada pessoa para o uso eficiente da eletricidade em sua casa ou no local de trabalho. Estudando uma instalação residencial e analisando o peso de cada equipamento para o custo mensal da fatura de energia elétrica é uma forma de mostrar onde é que a eletricidade é consumida e, assim, ajudar à alteração de hábitos e comportamentos.

## **1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO**

A consciencialização para o esgotamento das reservas de energia provenientes do petróleo ou o aumento do custo e grau de dificuldade na sua extração, e também as alterações climáticas causadas pelo uso intensivo do petróleo como principal fonte de energia global, levaram ao desenvolvimento de novas fontes de energia renováveis e ao uso mais eficiente da energia, seja ela proveniente de fontes renováveis ou não renováveis.

A topologia das novas casas, que sejam ao mesmo tempo eficientes energeticamente e ao mesmo tempo acessíveis a grande parte da população, torna-se um imperativo nos dias de hoje. Os estados membros da União Europeia acordaram na Diretiva 2010/31/EU que em 31 de dezembro de 2020 todos os novos edifícios deverão ter um saldo quase nulo entre produção e consumo de energia ao final de um ano (NZEB - *Nearly net-Zero Energy Buildings*). Isto significa que a eficiência energética das novas casas obrigará a significativas mudanças na tecnologia de construção, aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC), fornecimento de eletricidade, eletrodomésticos e iluminação.

Assim sendo, a eficiência energética e o consumo de energia que tanto se fala nos dias de hoje esteve na base deste trabalho. A atividade profissional ligada ao sector energético, e o interesse pelas áreas ligadas à energia elétrica, também tiveram o seu forte contributo. A possibilidade de estudar o perfil de consumo de energia elétrica na casa paterna, contribuíram para a decisão na escolha deste trabalho.

## **1.2. OBJETIVOS**

Pretende-se com este trabalho fazer um estudo acerca do perfil de consumo de energia elétrica numa habitação de aldeia com anexos e quintal, sendo o tipo de instalação já antiga. Nesta habitação, moram duas pessoas permanentemente. Após essa avaliação, também se pretende estabelecer qual o tipo de tarifa (simples, bi-horária ou tri-horária) e potência contratada que melhor serve as suas necessidades. Para o cálculo do custo da energia em cada tarifa, pretende-se fazer uma estimativa do horário e da duração de funcionamento de cada equipamento num período de 24 horas. O cálculo da potência contratada será feito através da simulação do funcionamento em simultâneo dos diversos equipamentos presentes na habitação, contando para isso o conhecimento que se tem da instalação e dos hábitos criados pelos utilizadores ao longo do tempo.

### **1.3. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO**

Este trabalho está organizado da seguinte forma:

- No presente capítulo é feita uma introdução com a contextualização, definição de objetivos e a organização deste trabalho;
- Segundo capítulo é traçado o panorama do consumo de energia elétrica em Portugal e no mundo;
- Terceiro capítulo faz-se a estimativa dos consumos de eletricidade por equipamento numa habitação em dois diferentes meses (janeiro e julho de 2016) e estima-se também, os custos dessa energia em 3 diferentes tarifas (simples, bi-horária e tri-horária), bem como a potência contratada que melhor serve as necessidades dessa mesma habitação. Faz-se também a explicação da ferramenta de apoio a estes cálculos;
- No capítulo 4, fecha-se o relatório com as conclusões tiradas com o desenvolvimento deste trabalho.

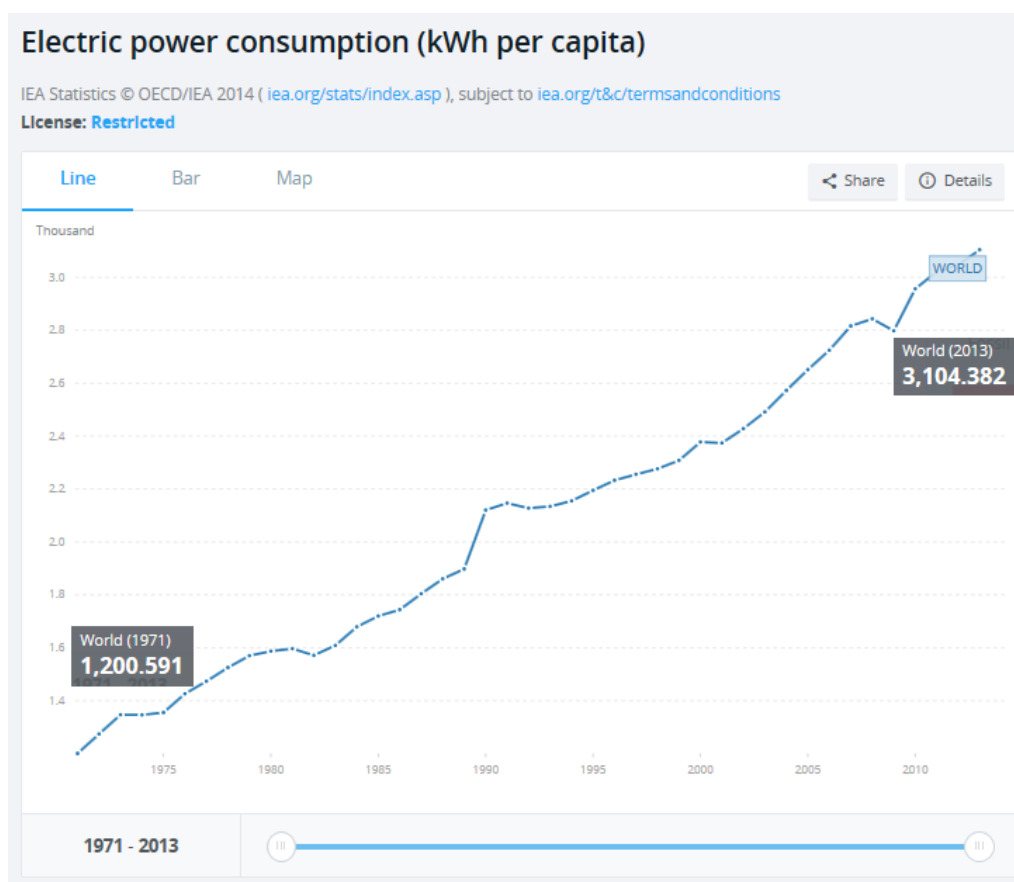




## 2. O CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

A energia tem uma importância fundamental nos indicadores económicos ou geográficos nas diferentes sociedades. O seu consumo reflete o grau de industrialização de um país, o desenvolvimento, a localização geográfica ou o bem-estar das populações. Um país fortemente industrializado terá um consumo de energia per capita mais elevado. Por outro lado, um país com clima temperado terá menores gastos de energia com climatização, ao contrário daqueles que têm invernos com temperaturas baixas ou verões quentes. As populações com melhor nível de vida também consomem mais energia na climatização da sua habitação, deslocações, lazer, etc. Tipicamente, o consumo de energia per capita está relacionado com o rendimento per capita de um país.

Da consulta ao portal do Banco Mundial [9], recolheram-se vários dados relativos ao consumo de eletricidade. O gráfico da Figura 1 traduz o consumo de energia elétrica anual per capita a nível mundial desde 1971 até 2013. Observa-se uma taxa de crescimento quase constante durante os anos referidos. Exceção feita às alturas de crises económicas mundiais refletidas no referido gráfico em que se observa diminuição de consumo. Essa diminuição é visível nos anos de 1982, 1992 e 2009, consequência das crises mundiais provocadas pela guerra Irão-Iraque, pela guerra do Golfo e pela crise financeira de 2008 respetivamente.



**Figura 1 Consumo de eletricidade a nível mundial de 1971 a 2013**

Entre os anos analisados, o consumo de energia elétrica per capita a nível mundial aumentou 2.6 vezes. Baseado nestes dados e no aumento da população mundial ocorrido nas décadas observadas (aproximadamente 1.9 vezes) calculou-se o aumento do consumo total de energia elétrica. Entre 1971 e 2013, esse aumento ocorreu a uma média de 3.9% ao ano, o que representou um crescimento total de quase de 5 vezes entre esses anos. A Tabela 1 apresenta estes dados.

**Tabela 1 Consumo vs população mundial**

	<b>1971</b>	<b>2013</b>	<b>Crescimento médio anual</b>	<b>Crescimento n° de vezes</b>
Consumo Mundial per capita (kWh)	1200.59	3104.38	2.29%	2.59
População (Milhões)	3762.00	7176.00	1.55%	1.91
Consumo total (GWh)	4516623.34	22277045.23	3.87%	4.93

No intervalo observado, apenas países como Zimbábwe, Coreia do Norte, Zâmbia e Congo tiveram diminuição no consumo de eletricidade, variando entre os 20% e os 30%

respetivamente. A taxa de crescimento do consumo é liderada por Omã com uma média anual de 15.4% para o período mencionado, seguindo-se Indonésia (10.0%), Coreia do Sul (8.9%), Vietnam (8.6%) e Bangladesh (8.2%).

Os dados disponíveis do Banco Mundial foram tratados numa folha de cálculo de Excel e permitiu chegar a estes resultados. A tabela integral com todos estes dados encontra-se no Anexo A.

Para o cálculo do crescimento médio anual foi usada a formula (1) inserida na respetiva coluna da folha de cálculo:

$$Cm = \left( \left( \frac{Cf}{Ci} \right)^{\frac{1}{i}} - 1 \right) * 100 \quad (1)$$

Onde:

$Cm$  = Crescimento do consumo médio anual de 1971 a 2013 (em percentagem);

$Cf$  = Consumo per capita no ano de 2013 em kWh;

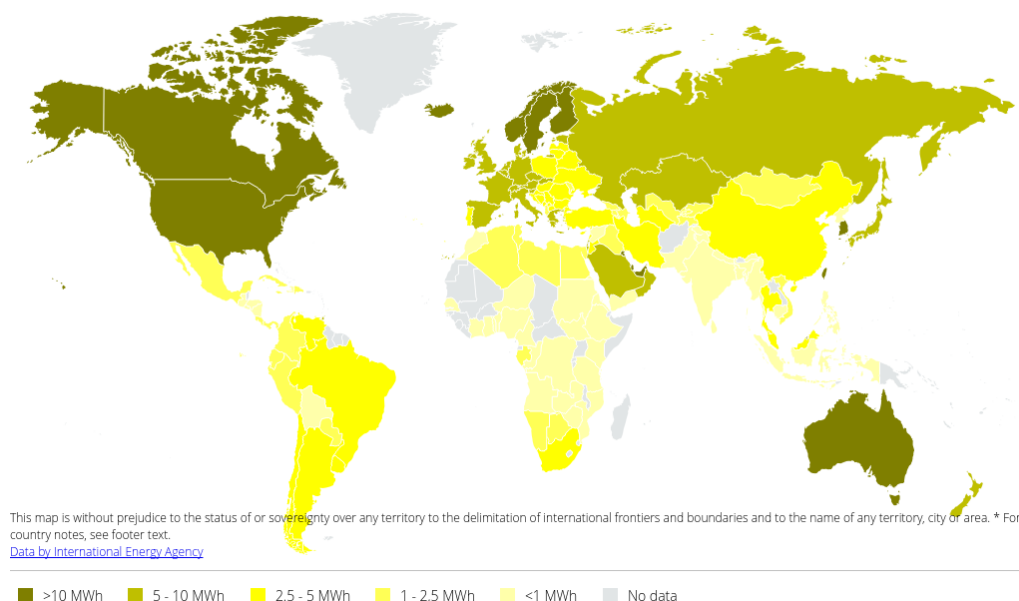
$Ci$  = Consumo per capita no ano de 1971 em kWh;

$i$  = intervalo de tempo considerado (2013 – 1971 = 42 anos).

## **2.1. O CONSUMO DE ELETRICIDADE PER CAPITA EM 2014**

Com dados disponíveis até 2014 no portal da IEA, a China com 24% e os Estados Unidos com 18% lideraram a produção de eletricidade no mundo. Seguem-se Índia, Rússia, Japão, Canadá, Alemanha, França, Brasil e Coreia do Sul. Estes 10 países são responsáveis por dois terços de toda a eletricidade produzida. Contudo, os índices de eletrificação, o uso de eletrodomésticos, a penetração no mercado ou a climatização têm um grande impacto no consumo de energia per capita. Assim, esse ranking torna-se bem diferente, como é o caso da Índia que ocupa a terceira posição no ranking dos países produtores, mas pertence ao grupo dos países com consumos de eletricidade per capita mais baixos (< 1 MWh) [15].

O consumo de energia elétrica per capita para o ano de 2014 está representado no mapa mundo da Figura 2 (IEA, 2016), onde se pode observar o seguinte:



**Figura 2 Consumo de eletricidade per capita em 2014**

- Os países desenvolvidos, industrializados, com melhor nível de vida ou com condições climáticas extremas são também aqueles que consomem mais energia elétrica. No extremo oposto estão países subdesenvolvidos ou em vias de desenvolvimento, maioritariamente no continente africano, com pouca indústria, condições de vida muito baixas e por isso com reduzida penetração do uso da energia elétrica;
- Todos os países com consumos per capita acima dos 5 MWh estão no hemisfério norte, exceção feita à Austrália e Nova Zelândia;
- Os países do chamado Conselho de Cooperação do Golfo, que é formado pelo Bahrain, Qatar, Kuwait, Emirados Árabes Unidos, Arábia Saudita e Omã, apresentam todos eles consumos acima de 5 MWh;
- As diferenças dentro da Europa com os países do Norte no topo do consumo (>10 MWh), os países da Europa de Leste lado a lado com Portugal (2.5-5 MWh) e por fim os países da Europa Central e Sul (exceção de Portugal) no patamar de 5-10 MWh, traduzindo assim uma relação direta com os níveis de vida nestes países;

Tabela 2 Consumos de eletricidade e PIB per capita para 2014

	País	Consumo per capita		PIB per capita	
		MWh	Posição	US \$	Posição
Maior consumo	Islândia	53.90	1	52036.73	12
	Noruega	23.00	2	97429.71	2
	Bahrain	19.22	3	24855.22	31
	Qatar	16.74	4	96732.53	3
	Canadá	15.54	5	50185.48	14
Lado a lado	Chipre	4.87	42	27245.74	30
	Bulgária	4.71	43	7851.27	65
	Portugal	4.66	44	22124.37	35
	Malásia	4.65	45	11307.06	54
	Montenegro	4.61	46	7378.04	67
Menor consumo	Benim	0.10	128	903.46	125
	Etiópia	0.07	129	573.57	130
	Níger	0.05	130	431.38	132
	Sudão do Sul	0.04	131	1115.09	118
	Haiti	0.04	132	830.15	126
IEA e Banco Mundial, 2016					

Foram também analisados 132 países com dados de consumo de energia elétrica e do PIB per capita para o ano de 2014, publicados no portal da IEA.[15] e do Banco Mundial [9] respetivamente. Esses dados foram tratados numa tabela de Excel e apresentam-se na integra no Anexo B. A Tabela 2 apresenta os 5 maiores, os 5 menores e também os consumidores que estão lado a lado com Portugal, bem como o PIB per capita e posição relativa.

Destaque para:

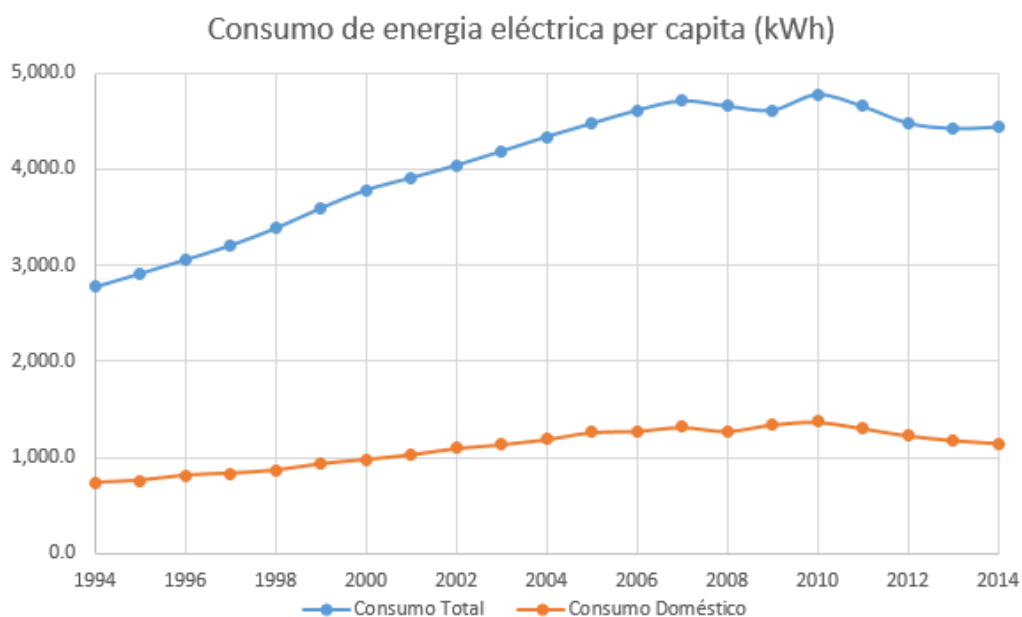
- Noruega, Qatar, Luxemburgo, Suécia e EUA que estão nos 10 primeiros lugares no ranking do consumo e do PIB. Haiti, Níger, Etiópia, Benim, Tanzânia, Congo e Togo ocupam os 10 últimos lugares em ambos os rankings. Pode-se dizer que nestes países existe uma relação quase direta entre consumo de eletricidade e PIB;
- Os 10 países com maiores diferenças relativas nos parâmetros analisados como sendo Ucrânia, Gabão, Quirguistão, Colômbia Angola, Tajiquistão, Nigéria, Bahrain, Sérvia e Dinamarca. As posições destes países variam em ambos os rankings, por

isso estas diferenças podem traduzir o peso da penetração do consumo de energia elétrica, o uso de outras fontes de energia, a eficiência energética, etc.

- Portugal ocupa a posição 44 do ranking, com Itália, Chipre e Bulgária nas 3 posições à frente. Malásia, Montenegro e Sérvia ocupam as 3 posições logo a seguir.

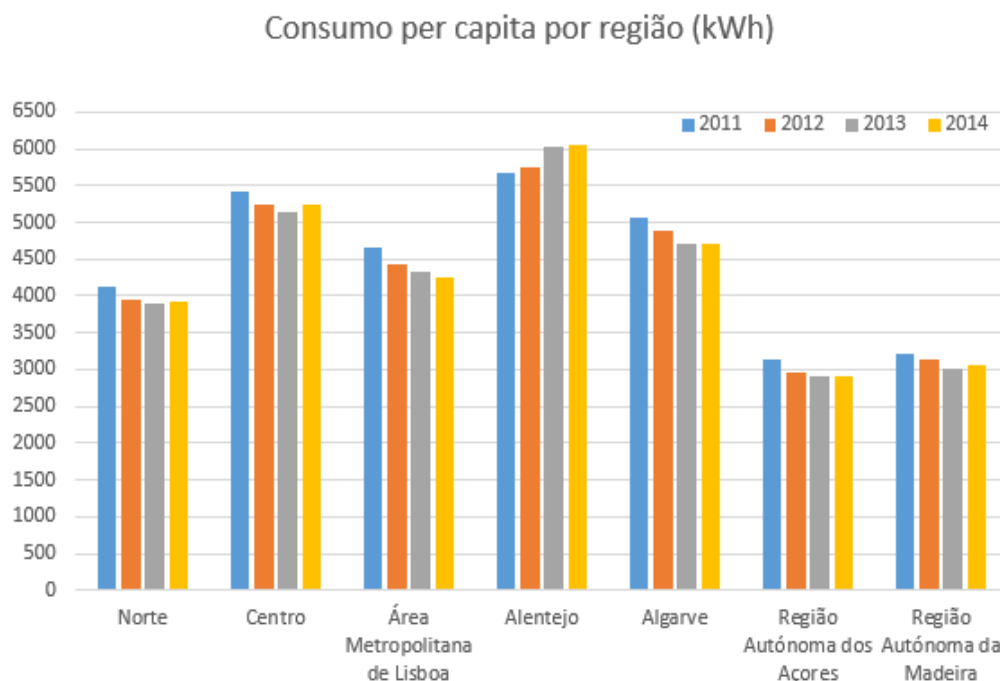
## 2.2. UMA VISÃO SOBRE O CONSUMO DE ELETRICIDADE EM PORTUGAL

Em Portugal, o consumo de eletricidade tem seguido uma tendência crescente tal como na maior parte dos países analisados na secção anterior. Com dados do Banco Mundial [9] e da Pordata [17] construiu-se o gráfico da Figura 3. Constatou-se que desde 1994, a evolução do consumo de energia elétrica em Portugal tem uma tendência crescente até 2007. Nos anos seguintes tem havido instabilidade na evolução do consumo, fechando o gráfico com uma tendência de subida em 2014, último ano com dados disponíveis. Esta instabilidade fica a dever-se à situação económica mundial e posteriormente à situação económica portuguesa. No gráfico da mesma figura também se pode ver o consumo doméstico, que apresenta uma tendência de descida desde 2010.



**Figura 3 Consumo de eletricidade em Portugal de 1994 a 2014**

Com dados disponíveis, entre 2011 e 2014, no portal do Instituto Nacional de Estatística (INE) [16], elaborou-se o gráfico da Figura 4 para consumos per capita por região de Portugal.



**Figura 4 Consumo de energia por região entre 2011 e 2014**

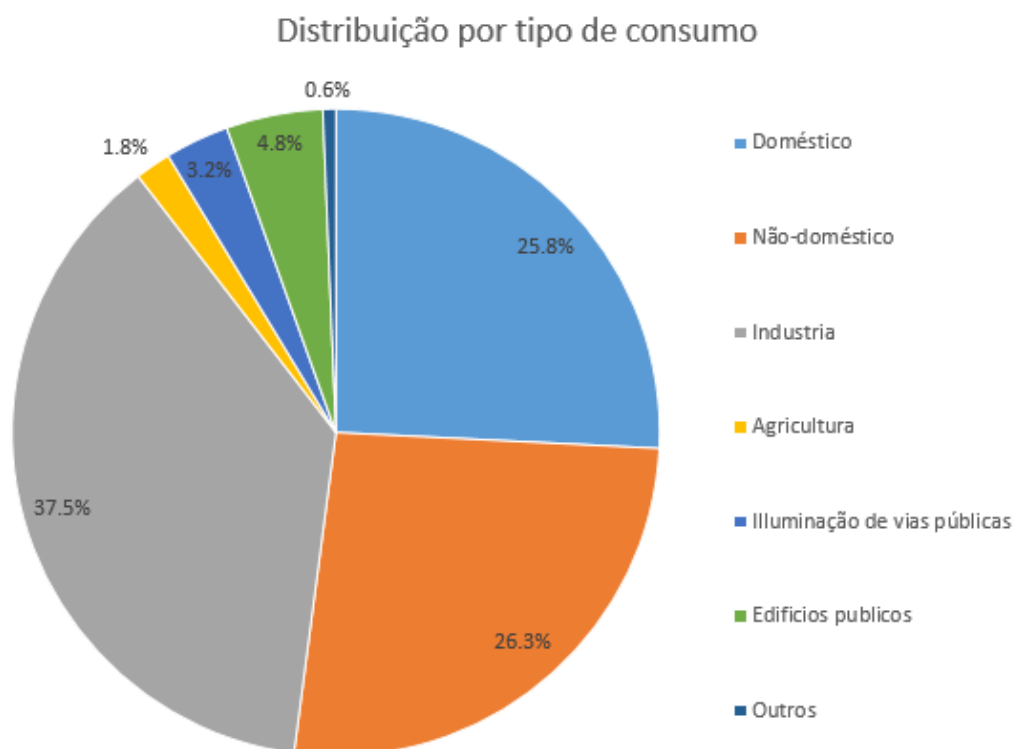
Observa-se que a evolução é diferente de região para região. A região do Alentejo é a única que tem uma tendência de crescimento de consumo entre os anos considerados. Numa tendência de diminuição está a região de Lisboa. Todas as restantes regiões (Norte, Centro, Algarve, Açores e Madeira) apresentam tendência de queda até 2013, invertendo a tendência ou permanecendo estáveis no ano de 2014. A evolução do consumo per capita destas cinco regiões assemelha-se à tendência nacional.

**Tabela 3 Consumo total de eletricidade por tipo de setor em 2014**

Tipo	GWh	Distribuição %
Total	46177.6	100.0%
Doméstico	11907.7	25.8%
Não-doméstico	12136.6	26.3%
Indústria	17304.7	37.5%
Agricultura	824.6	1.8%
Iluminação de vias públicas	1477.9	3.2%
Edifícios públicos	2229.0	4.8%
Outros	297.2	0.6%
Pordata, ultima atualização: janeiro de 2016, dados provisórios		



Os consumos totais de energia elétrica separados por tipo de sector para o ano de 2014 foram recolhidos do portal da Pordata, apresentando-se na Tabela 3 e na Figura 5. Observa-se que mais de metade da eletricidade é consumida pelos clientes domésticos e pelos não domésticos. Por consumo não doméstico considera-se aquele feito por clientes que comprem gás natural ou energia elétrica para uso profissional ou comercial [13].



**Figura 5 Distribuição percentual por tipo de consumo**

### **2.3. O FORNECIMENTO DE ELETRICIDADE EM PORTUGAL**

A liberalização do mercado de eletricidade em Portugal estava em curso desde o ano 2000 com a extinção gradual das tarifas reguladas, tendo começado nos grandes consumidores até ter terminado em janeiro de 2013 nos clientes com potências contratadas até 10.35 kVA. Atualmente o mercado é livre e todos os clientes podem escolher o seu fornecedor de energia elétrica [14].

A faturação daquele que continua a ser o maior fornecedor de energia elétrica em Portugal tem duas principais componentes. Uma dessas componentes diz respeito ao consumo total de energia num determinado período, normalmente de um mês e medido em kWh. A Tabela 4 mostra os valores a pagar por kWh a partir de janeiro de 2016, segundo o portal da EDP Serviço Universal [14].

Tabela 4 Preço da energia ativa em Euros/kWh

Preço da energia ativa	Período horário	Euros/kWh	
		$\leq 6.9$ kVA	$>6.9$ kVA
Simple		0.1634	0.1641
Bi-horária	Horas fora de vazio	0.1909	0.1947
	Horas de vazio	0.1002	0.1010
Tri-horária	Horas de ponta	0.2169	0.2208
	Horas Cheias	0.1717	0.1747
	Horas de vazio	0.1002	0.1010
Fonte: EDP; Informação em vigor a partir de janeiro de 2016			

Atualmente o custo da energia já é diferenciado segundo as horas do dia, durante a semana ou fim de semana, tendo desde um valor único na tarifa simples até 3 diferentes valores na tarifa tri-horária, conforme as horas do dia ou dias da semana. O valor do kWh é cerca de metade nas horas de vazio quando comparado com as horas de ponta. Como se pode ver na referida tabela, as tarifas bi-horária e tri-horária já incentivam os consumidores a deslocarem o funcionamento dos equipamentos para determinados horários onde o preço a pagar pela energia é mais baixo. Em ambas as tarifas, há a opção de ciclo diário e ciclo semanal. No ciclo semanal as horas de vazio, cheias ou ponta são ajustadas com a hora legal de verão ou inverno, ao passo que na opção diária os períodos de faturação nas diferentes tarifas se mantêm todo o ano. Os horários para os diferentes planos tarifários foram recolhidos do portal da EDP Serviço Universal e encontram-se no Anexo C (tarifa simples e bi-horária) e no Anexo D (tarifa tri-horária) [10].

Isto pode ser visto como um incentivo à deslocação de cargas, que visa a diminuição dos picos de consumo, com vista a uma distribuição mais uniforme da energia presente nas linhas de transporte. Desta forma, reduz-se a sobrecarga nessas mesmas linhas e nas centrais de produção. Com menos corrente nas linhas de distribuição há também produção de menos calor e consequentemente menos perdas de energia. Outra das vantagens com o incentivo ao consumo ao longo de todo o dia/noite, e também todos os dias da semana, é a possibilidade de diminuição das secções dos cabos nas linhas de transporte ou poder fornecer mais energia com as mesmas infraestruturas.

A outra componente da faturação diz respeito à potência suportada pelo contador de energia, antes deste interromper o respetivo fornecimento provocando um corte total na saída desse

contador. Isto significa que quanto mais alta for esta potência mais equipamentos podem ser ligados em simultâneo. Denomina-se por potência contratada e para consumidores domésticos pode variar de 1.15 a 20.7 kVA. Os preços a pagar por dia para uma potência contratada entre os 3.45 e os 20.7 kVA são comuns às tarifas simples, bi-horária e tri-horária e mostram-se no gráfico da Figura 6. Como se pode ver quanto mais alta for esta potência contratada mais se paga na respetiva faturação. O aumento do valor a pagar é aproximadamente proporcional ao aumento da potência contratada, ou seja, se aumentarmos essa potência por um fator de 2, o valor a pagar também aumenta para o dobro aproximadamente.



**Figura 6** Encargos de potência diária até 20,7 kVA

## 2.4. FORNECEDORES DE ENERGIA ELÉTRICA

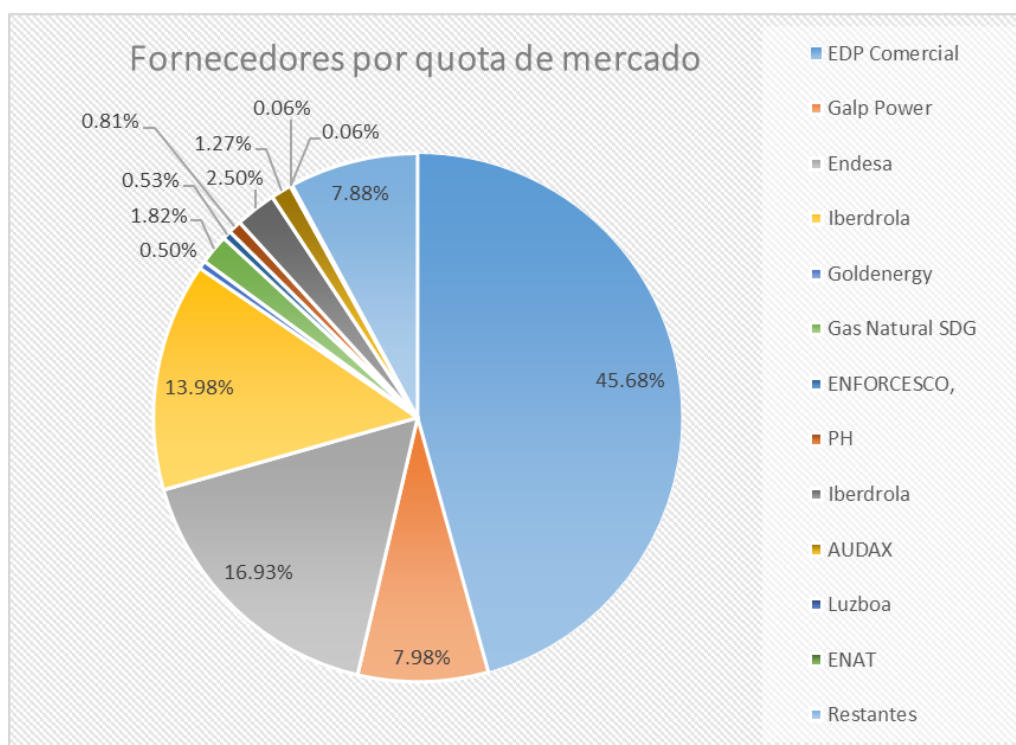
Todos os consumidores de energia elétrica, em Portugal Continental, podem livremente escolher e mudar de fornecedor gratuitamente. Para tal basta consultar os comercializadores, comparar preços, escolher as melhores condições e celebrar o novo contrato de fornecimento de eletricidade. Os consumidores que ainda estão no mercado regulado têm até 31 de dezembro de 2017 para escolher um novo fornecedor de energia elétrica e assim assegurar o respetivo fornecimento por um comercializador em regime de mercado livre [13].

A partir de informação recolhida no portal da EDP, foi criada a Tabela 5 e a Figura 7 onde se apresentam os 12 maiores comercializadores com o respetivo nº de clientes, consumos totais e consumos por cliente para o mês de agosto de 2016. Da observação das referidas tabela e figura contata-se o seguinte:

- A EDP Comercial lidera com 85% de quota de mercado em número de clientes, mas se observarmos o consumo feito por esses clientes essa quota cai para os 46%. No que toca ao consumo médio por cliente fica mais abaixo, em penúltimo lugar, significando isto que a EDP é o líder de mercado nos consumidores domésticos, mas perde essa liderança nos clientes industriais como se pode ver na coluna dedicada ao consumo por cliente;
- Do lado oposto desta classificação temos os fornecedores com poucos clientes, mas consumindo esses clientes muita eletricidade, como é o caso das grandes indústrias. O grupo dos restantes comercializadores lidera a energia consumida por cliente, seguindo-se Audax e Iberdrola;
- Pode-se ver também que apenas quatro comercializadores são responsáveis por 85% da energia consumida. Os restantes 24 comercializadores do mercado nacional representam apenas cerca de 15% do consumo de energia elétrica.

Tabela 5 **Fornecedores de eletricidade em Portugal**

	<b>Nº de Clientes</b>		<b>Consumo (MWh)</b>		<b>MWh/Cliente</b>
EDP Comercial	3949104	85.05%	1524163	45.68%	0.386
Galp Power	263853	5.68%	266107	7.98%	1.009
Endesa	162854	3.51%	565013	16.93%	3.469
Iberdrola	97870	2.11%	466459	13.98%	4.766
Goldenergy	89167	1.92%	16639	0.50%	0.187
Gas Natural SDG	36558	0.79%	60784	1.82%	1.663
ENFORCESCO,	9714	0.21%	17817	0.53%	1.834
PH	7541	0.16%	26872	0.81%	3.563
Iberdrola	7279	0.16%	83472	2.50%	11.468
AUDAX	4939	0.11%	42267	1.27%	8.558
Luzboa	4647	0.10%	2066	0.06%	0.445
ENAT	4143	0.09%	1991	0.06%	0.481
Restantes	5877	0.13%	262954	7.88%	44.743
Total	4643546	100.00%	3336604	100.00%	0.719



**Figura 7 Quotas de mercado em % de energia consumida**

#### **2.4.1. PREÇOS PRATICADOS PELOS COMERCIALIZADORES**

Com o mercado livre cada comercializador pode definir os seus próprios preços a cobrar pela energia que vende aos seus clientes, mas tem a obrigatoriedade de comunicar esses mesmos preços à ERSE que os disponibiliza no seu portal. Nesses preços estão incluídas as taxas inerentes à utilização das redes (transporte e distribuição) e ao uso global do sistema (gestão técnica, regulação e custos de política energética, ambiental e de interesse económico geral). Essas taxas denominam-se Tarifas de Acesso às Redes e estão integradas nos preços de venda de todos os comercializadores de energia, tanto de Mercado Livre como do Mercado Regulado. Estas Tarifas de Acesso às Redes são aprovadas e publicadas anualmente pela ERSE, sendo o seu valor discriminado na fatura de eletricidade que o cliente recebe do seu comercializador [13].

A partir de informação recolhida do portal da ERSE, apresentam-se na Tabela 6 os preços de referência para a tarifa simples praticados pelos 4 maiores comercializadores no mercado liberalizado de energia elétrica em Portugal Continental. Destes fornecedores, apenas a EDP oferece a opção das três tarifas (simples, bi-horária e tri-horária) para clientes em BTN até 20.7 kVA. A Galp oferece a opção tarifa simples e bi-horária. Já a Endesa e a Iberdrola oferecem apenas a tarifa simples para clientes em BTN com potências contratadas inferiores

a 20.7 kVA. Todos estes fornecedores oferecem descontos ou tarifas mais baixas caso o cliente subscreva determinados serviços, como por exemplo, o pagamento por débito direto, a fatura eletrónica ou contratação eletrónica.

Tabela 6 Preços da tarifa simples <20.7kVA

Pot. Cont. kVA	EDP Comercial		Galp Power		Endesa		Iberdrola	
	Pot. €/dia	Energia E/kWh	Pot. €/dia	Energia E/kWh	Pot. €/dia	Energia E/kWh	Pot. €/dia	Energia E/kWh
1.15	0.0832	0.1408	0.1261	0.1660			0.0915	0.1633
2.30	0.1461		0.1637				0.1534	
3.45	0.1584	0.1634	0.1726		0.1610	0.1614	0.1584	0.1724
4.60	0.2058		0.2210		0.2112		0.2058	
5.75	0.2531		0.2720		0.2592		0.2531	
6.90	0.3003		0.3269		0.3062		0.3003	
10.35	0.4419	0.1641	0.4890		0.4505		0.4419	0.1731
13.80	0.5835		0.6460		0.5976		0.5835	
17.25	0.7251		0.8031		0.7446		0.7251	
20.7	0.8668		0.9604		0.8877		0.8668	

Após se ter feito neste capítulo uma breve análise ao consumo de energia elétrica e aos custos que a mesma pode ter em Portugal, o próximo capítulo é dedicado ao estudo aprofundado dos consumos de eletricidade numa habitação.



### 3. A HABITAÇÃO EM ESTUDO

A análise realizada neste trabalho incide sobre uma habitação com anexos e quintal localizada numa aldeia do concelho de Barcelos com latitude  $41^{\circ}27'55.28''$  Norte e longitude  $8^{\circ}41'15.18''$  Oeste. A habitação tem paredes em alvenaria de tijolo furado revestidas exteriormente pelo sistema ETICS (*External Thermal Insulation Composite System*), estrutura em betão armado e pedra de xisto (rés do chão), lajes com vigas de betão pré-esforçado e as janelas são em alumínio de vidro duplo. Para além da habitação, existe uma zona de anexos, que deram noutros tempos apoio à agricultura, e também uma zona de quintal. Neste quintal, existe um poço e um furo artesiano para abastecimento de água à habitação e rega do quintal na época de verão.

Esta habitação tem uma potência contratada de 3.45 kVA, desde o início do contrato de fornecimento já lá vão mais de 40 anos, em BTN (Baixa tensão simples) tarifa simples. Devido ao conhecimento e hábitos que se foram adquirindo, esta instalação tem funcionado dentro do normal ao longo destes anos. Hábitos como desligar um equipamento de maior consumo para poder ligar outro mais prioritário ou noutras situações esperar que um equipamento termine o seu ciclo de funcionamento para ligar o próximo são comuns. Ocasionalmente, quando algum destes hábitos ou procedimentos falha, ocorrem interrupções de energia devido ao corte do disjuntor de entrada quando vários equipamentos de maior consumo são ligados em simultâneo e o consumo excede a potência contratada.



### 3.1. MEDIÇÃO E ESTIMATIVA DE CONSUMOS

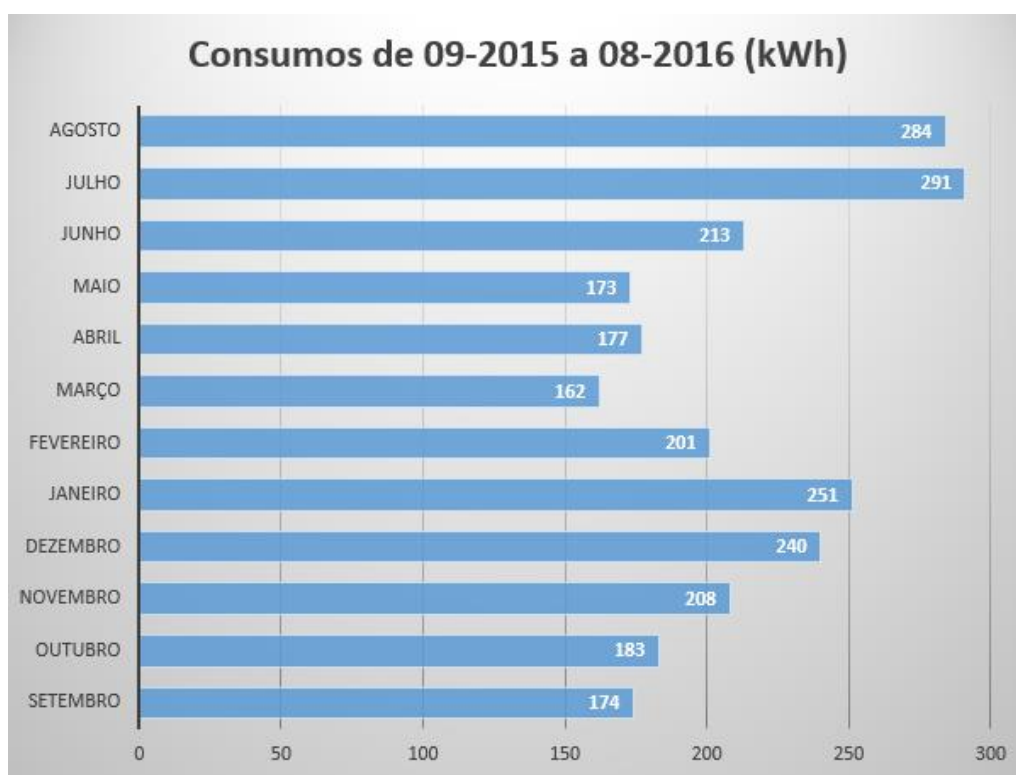
Para fazer a medição dos diversos consumos foi usado um medidor digital de energia instalado na respetiva tomada. Esta medição foi feita durante um período de 24 horas para o caso de equipamentos ligados continuamente como os frigoríficos e arcas congeladoras, ou medição durante um ciclo como no caso das máquinas de lavar roupa e louça. A partir dos dados de consumo por ciclo ou por dia fez-se uma estimativa do consumo mensal de energia de cada um destes equipamentos. Nos restantes equipamentos verificou-se a potência e fez-se uma estimativa do tempo em que os mesmos estão ligados diariamente, semanalmente ou mensalmente para calcular a energia consumida. A Tabela 7 apresenta o tipo de estimativa por equipamento. Para apoio a esta análise foi criada uma ferramenta em Excel.

Tabela 7 Estimativas de tempo de funcionamento por equipamento

Equipamento	Tipo de medição/estimativa
Iluminação (20 pontos de luz)	Estimativa baseada numa utilização média diária de 10% da potência total durante entre 4 horas de verão e 8 de inverno.
Frigorífico (2)	Consumo diário medido / estimado entre 1 e 1.3 kWh.
Arca congeladora (2)	Consumo diário medido / estimado entre 2.7 e 3.2 kWh.
Micro-ondas	Estimativa baseada num uso médio diário durante 6 min.
Máquina de café	Estimativa baseada num uso médio semanal durante 10 min.
Aquecedores (2)	Estimativa baseada numa utilização média semanal de 50% da capacidade entre 4 e 7 horas no inverno.
Televisor (2)	Estimativa baseada na utilização de 1 dos televisores entre 5 a 7 horas diárias.
Ferro de engomar	Estimativa baseada numa utilização média semanal 40 min
Aspirador	Estimativa baseada numa utilização média semanal 60 min
Carregadores (portátil, telef.)	Estimativa baseada numa utilização média diária de 80 min.
Lavadora de alta pressão	Estimativa baseada numa utilização média mensal de 60 min.
Máquina de lavar roupa	Consumo medido entre de 0.7 e 0.9 kWh por lavagem e uma utilização média de 3 vezes por semana.
Máquina de lavar loiça	Consumo medido de 1 kWh por lavagem e em média 3 utilizações por mês
Eletrobomba do furo artesiano	Estimativa baseada no uso médio diário entre 14 minutos no inverno e 80 no verão
Eletrobomba do poço	Estimativa baseada no uso médio diário entre 10 e 100 min durante os meses de verão.

### 3.2. DISTRIBUIÇÃO DE CONSUMOS

Para a análise que aqui se faz, começa-se por apresentar no gráfico da Figura 8, os consumos de energia elétrica faturados pelo fornecedor, durante 12 meses, desde setembro de 2015 até agosto de 2016. Para este período de tempo temos um consumo total de 2557 kWh, uma média mensal de 213 kWh e uma média diária de 7 kWh. Pelo referido gráfico, pode-se observar que o consumo varia ao longo do ano. Nos meses de primavera ou outono o consumo é menor, aumentando nos meses de inverno e verão. Nos meses de verão esse aumento de consumo deve-se principalmente ao uso das eletrobombas para extrair água para rega e durante os meses de inverno o mesmo aumento deve-se principalmente ao uso ocasional de aquecedores elétricos na habitação.



**Figura 8 Faturação de energia elétrica nos últimos 12 meses**

Na Tabela 8 apresentam-se os equipamentos para as zonas de habitação e anexos, respetiva potência e consumo estimado por equipamento para janeiro e julho, bem como o custo da energia para estes meses na tarifa simples. Estes são também os meses de maior consumo de inverno e de verão, respetivamente para o intervalo analisado. É comum nos dias de hoje encontrar outros equipamentos típicos em habitações, como fogão, termoacumulador, forno ou ar condicionado. Nesta habitação, a confeção de alimentos, o aquecimento da habitação ou da água são feitos com recurso a fogão de lenha ou gás.

Tabela 8 **Potência e consumo estimado por equipamento**

<b>Equipamentos</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Janeiro (kWh)</b>	<b>Julho (kWh)</b>
Iluminação (20 pontos de luz)	600	11	7
Frigorífico (2)	250	30	39
Arca congeladora (2)	250	80	96
Micro-ondas	1200	4	4
Máquina de café	1260	1	1
Aquecedores (2)	4000	73	0
Televisor (2)	100	11	8
Ferro de engomar	1750	5	5
Aspirador	1400	6	6
Carregadores (c. portátil, telefones)	25	1	1
Lavadora de alta pressão	2000	2	2
Máquina de lavar roupa	2250	12	10
Máquina de lavar loiça	2500	3	3
Eletrobomba do furo artesiano	1800	14	72
Eletrobomba do poço	750	0	38
Totais	20135 W	251 kWh	291 kWh
Totais em Euros	----	41.07€	47.59€

Observa-se que nesta habitação existe uma potência instalada que ultrapassa os 20 kW. Ora comparando a potência instalada com a potência contratada e considerando um fator de potência de 1, constata-se que a primeira ultrapassa quase 6 vezes o valor da segunda. Significa isto que esta instalação tem um fator de simultaneidade de 0.17, que é o resultado da divisão da potência contratada (3.45 kVA) pela potência instalada (20.16 kW).

A potência contratada depende não só do número e da potência dos aparelhos existentes, mas também da forma como são utilizados. Se fosse necessário usar mais aparelhos de maior consumo em simultâneo, teria forçosamente que se aumentar a potência contratada. Contudo, esta instalação tem funcionado dentro do normal ao longo destes anos, mas as carências de mais potência e as limitações são cada vez maiores.

Existem também outros equipamentos, tais como pequenas ferramentas, pequenos eletrodomésticos, compressor de ar, mas não foram considerados no âmbito deste estudo uma vez que o consumo total mensal estimado desses equipamentos é inferior a 1 kWh.

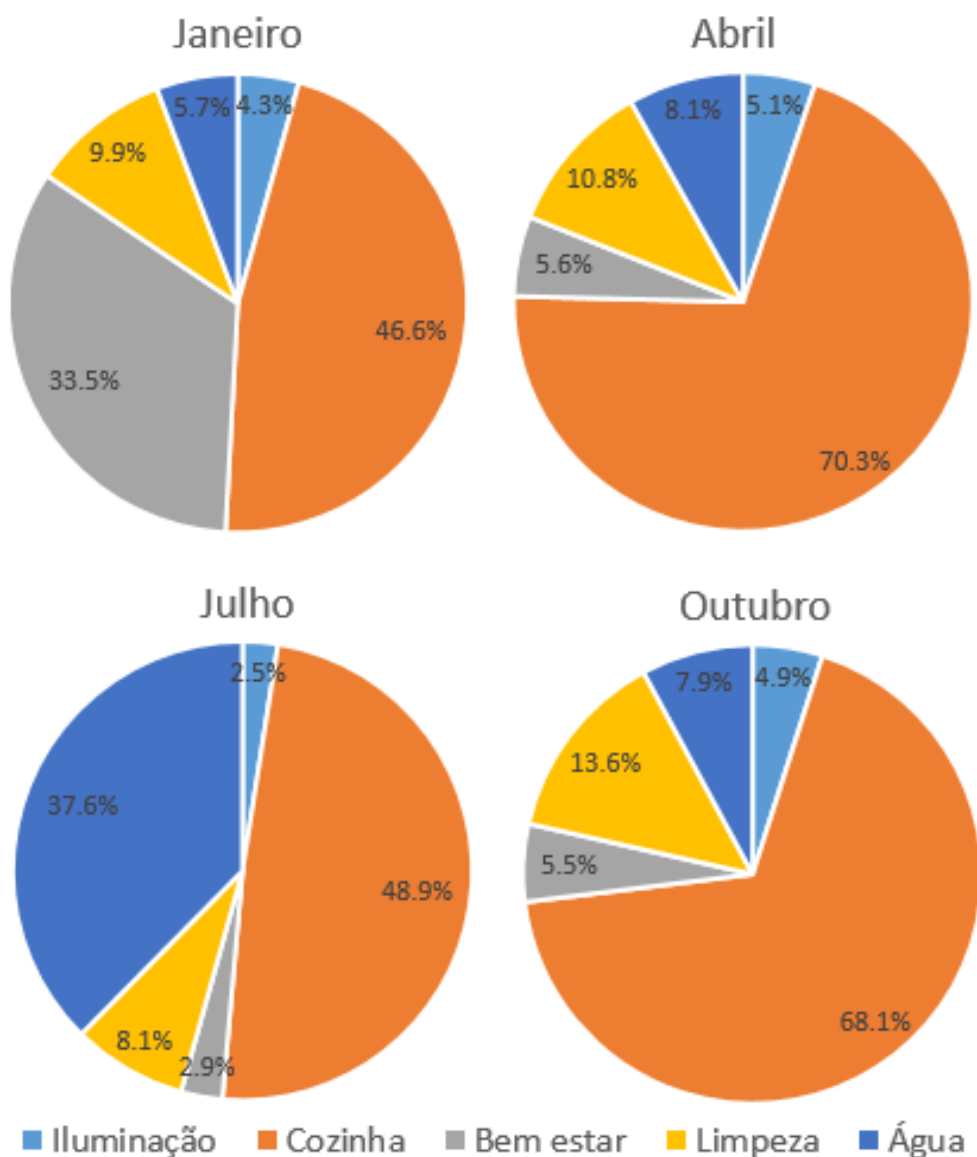
Tendo em conta a medição e estimativa feitas, constata-se que as arcas congeladoras, logo seguidas dos frigoríficos são os equipamentos que mais consomem quer de inverno quer de verão seguindo-se a eletrobomba do furo artesiano que também é usada para rega durante o verão. Como fortes contribuidores para o total do consumo durante os meses de inverno estão os aquecedores, ainda que usados ocasionalmente durante estes meses. Durante os meses de verão é a rega do quintal que contribui fortemente para o aumento do consumo.

### 3.2.1. DISTRIBUIÇÃO DE CONSUMO POR GRUPOS DE EQUIPAMENTOS

Paralelamente, foram criados cinco grupos de equipamentos que se apresentam na Tabela 9. De seguida fez-se a distribuição dos equipamentos pelos grupos de consumo. O resultado dessa distribuição por percentagem é visível nos gráficos circulares da Figura 9 com quatro dos meses analisados (janeiro, abril, julho e outubro). Desta análise constata-se que o grupo de equipamentos da cozinha consome entre 47 e 70% da energia total. Esta percentagem é mais alta nos meses em que não são usados os aquecedores e as eletrobombas para rega. Com menores variações e com baixas percentagens de consumo está o grupo onde se insere a iluminação e a limpeza. O grupo do bem-estar e da água regista fortes variações ao longo do ano pelas razões apontadas no final da secção anterior.

Tabela 9 Agrupamento dos equipamentos

<b>Grupo</b>	<b>Equipamento</b>
Iluminação	Iluminação
Cozinha	Frigoríficos Arcas congeladoras Micro-ondas Máquina de café Máquina de lavar louça
Bem-estar	Aquecedores Televisor Carregadores
Limpeza	Ferro de engomar Aspirador Lavadora de alta pressão Máquina de lavar roupa
Abastecimento de água & rega	Eletrobomba do furo artesiano Eletrobomba do poço



**Figura 9 Distribuição por grupo de consumo**

### 3.2.2. ESTIMATIVA DE CONSUMO EM TARIFA BI-HORÁRIA

Na Tabela 10 simulou-se a distribuição dos consumos para o caso da tarifa bi-horária com uma opção diária. Tendo em conta o horário a que a energia é faturada ao preço económico ou normal, tentou-se dentro dos hábitos e possibilidades da habitação, fazer deslocação de consumos para horas onde o custo da energia é mais baixo. Por exemplo o uso do aspirador ou ferro de engomar continua a ser feito no horário normal, já o funcionamento das máquinas de lavar roupa e louça deslocou-se para o horário onde o custo da energia é o mais económico. Nos equipamentos com funcionamento contínuo e automático (arcas e frigoríficos), a distribuição do consumo é proporcional à duração do período horário.

Tabela 10 Estimativa de consumo em tarifa bi-horária

Equipamentos	Janeiro (kWh)		Julho (kWh)	
	Normal	Económico	Normal	Económico
Iluminação (20 pontos de luz)	8	2.8	4	3.2
Frigorífico (2)	17.5	12.5	22.8	16.3
Arca congeladora (2)	46.4	33.1	56	40
Micro-ondas	3	0.6	2.6	1
Máquina de café	0.9	0	0.9	0
Aquecedores	50	22.8	0	0
Televisor	8	2.5	4.5	3
Ferro de engomar	5.1	0	5.1	0
Aspirador	6.1	0	6.1	0
Carregadores (c. portátil, telefones)	0	1	0	1
Lavadora de alta pressão	2	0	2	0
Máquina de lavar roupa	0	11.7	0	10.4
Máquina de lavar loiça	0	3	0	3
Eletrobomba do furo artesiano	8.4	6	66	6
Eletrobomba do poço	0	0	37.5	0
Totais em kWh	155.3	96	207.4	83.9
Total em Euros	39.27€		47.99€	
Tarifas, diferença (simples-bi-horária)	-1.80€	-4.4%	€0.40	0.8%

Mediante esta estimativa, o custo final da eletricidade em tarifa bi-horária é mais baixo €1.80 em janeiro, mas mais alto €0.40 em julho, ou seja, menos 4.4% e mais 0.8% respetivamente, quando comparado com o custo em tarifa simples. Na soma dos dois meses, a tarifa bi-horária apresenta um custo ligeiramente mais baixo, segundo esta estimativa.

### 3.2.3. ESTIMATIVA DE CONSUMOS EM TARIFA TRI-HORÁRIA

Na Tabela 11 simulou-se a distribuição dos consumos para o caso da tarifa tri-horária com uma opção diária. Também nesta simulação, teve-se em conta os hábitos dos residentes e as realidades da habitação. Por exemplo, a rega na época de verão é feita de forma manual, por isso foi deslocada maioritariamente para o horário económico. Já os aquecedores são usados maioritariamente no final da tarde ou à noite, por isso, o seu consumo foi distribuído pelos três períodos horários (normal, económico e supereconómico).

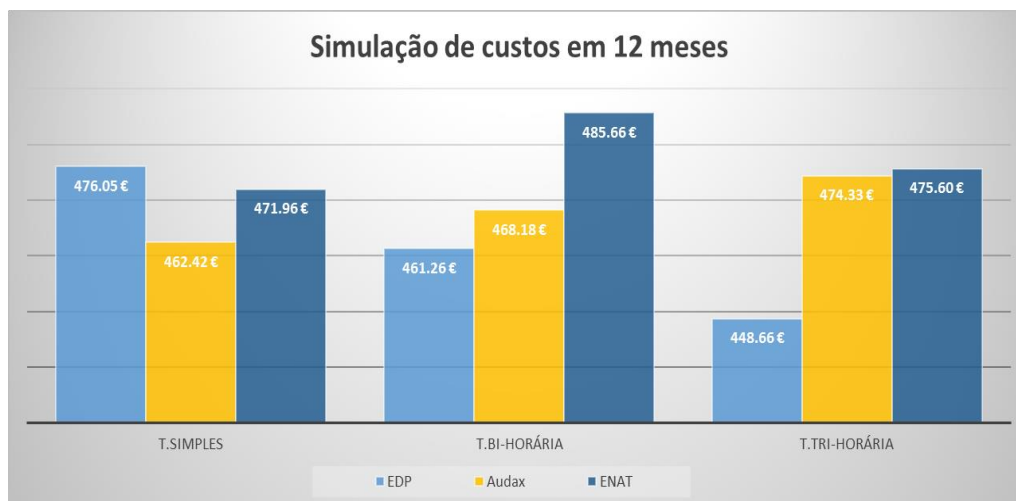
Tabela 11 Estimativa de consumos em tarifa tri-horária

Equipamentos	Janeiro (kWh)			Julho (kWh)		
	N*	E**	SE***	N*	E**	SE***
Iluminação (20 pontos de luz)	4	4	2.8	2	2	3.2
Frigorífico (2)	5	12.5	12.5	6.5	16.3	16.3
Arca congeladora (2)	13.3	33.1	33.1	16	40	40
Micro-ondas	1	2	0.6	0.6	2	1
Máquina de café	0	0.9	0	0	0.9	0
Aquecedores	25	25	22.8	0	0	0
Televisor	4	5	2.5	2	2.5	3
Ferro de engomar	0	5.1	0	0	5.1	0
Aspirador	0	6.1	0	0	6.1	0
Carregadores (c. portátil, telefones)	0	0	1	0	0	1
Lavadora de alta pressão	0	2	0	0	2	0
Máquina de lavar roupa	0	0	11.7	0	0	10.4
Máquina de lavar loiça	0	0	3	0	0	3
Eletrobomba do furo artesiano	2.4	6	6	3	63	6
Eletrobomba do poço	0	0	0	0	37.5	0
Totais em kWh	53.7	101.6	96	30.1	177.3	83.9
Total em Euros	38.70€			45.35€		
Tarifa, diferença (simples-tri-horária)	2.37€		-5.8%	-2.24€		-4.7%
*N = Normal   **E = Económico   ***SE = Super Económico						

A estimativa para estes dois meses, em tarifa tri-horária, tem um custo final mais baixo €2.37 em janeiro e €2.24 em julho, ou seja, menos 6.0% e 8.9% respetivamente, quando comparado com a tarifa simples. A tarifa tri-horária apresenta custos mais baixos em ambos os meses.

### 3.3. ESTIMATIVAS COM 3 DIFERENTES FORNECEDORES

Na ferramenta em Excel que foi criada para apoio a estas estimativas foram englobados mais dois fornecedores de energia que vendem eletricidade em tarifa simples, bi-horária e tri-horária. Para além da EDP Serviço Universal [14], englobaram-se a AUDAX Energia SL [12] e a ENAT – Energias Naturais, Lda. [11]. Foram feitas as estimativas dos custos da energia elétrica mês após mês, entre setembro de 2015 e agosto de 2016. Foi calculado o total de custos em cada tarifa de cada fornecedor. Esses resultados apresentam-se no gráfico da Figura 10.



**Figura 10 Custo total da eletricidade para doze meses**

Tomando como referência a tarifa simples da EDP, que é também a que está em vigor na instalação, achou-se a diferença total anual para as outras tarifas. Os resultados foram os seguintes:

- A tarifa bi-horária da ENAT tem um custo de 9.61€ mais alto, já a tarifa tri-horária do mesmo fornecedor e da Audax tem um custo aproximado mais baixo à tarifa em utilização na instalação;
- As tarifas que apresentam mais poupança são a bi-horária e tri-horária da EDP, com €14.79€ e €27.39 respetivamente;
- Para o caso da tarifa simples, que dá total liberdade de horários de consumo a EDP é a que apresenta um custo mais elevado em todos os meses, situando-se essa diferença entre €0.28 na ENAT e €1.71 na Audax. Estas diferenças representariam uma poupança, no período em análise, de €13.63 na Audax e €4.09 na ENAT.

### **3.4. ESTIMATIVA DE POTÊNCIA A CONTRATAR**

Mediante o conhecimento que se tem da instalação e dos hábitos dos moradores, criaram-se vários cenários possíveis de funcionamento de equipamentos em simultâneo, tendo em conta que arcas congeladoras, frigoríficos e eletrobomba do furo têm funcionamento automático. Utilizando o simulador de potência a contratar, disponível no portal da ERSE [13], construiu-se a Tabela 12 dividida em cenários simulados e cenários reais. Da observação da referida tabela constata-se que:



- Para o cenário Tarde é recomendada uma potência contratada de 10.35 kVA. Este é o exemplo de um cenário que poderia acontecer pontualmente, mas que facilmente se pode evitar deslocando cargas para diferentes horários;
- A potência recomendada nos cenários Real1 e Real2 está em linha com a potência contratada da instalação. No cenário Real1 está a máquina de lavar roupa em funcionamento enquanto no Real2 está a eletrobomba. Hábitos que se foram criando faz com que antes de ligar um equipamento de maior consumo se encha o depósito de onde é abastecida a habitação (por gravidade) para que a eletrobomba não funcione nas próximas horas.
- O cenário Corte é crítico para a instalação, isto é, quando vários equipamentos com funcionamento intermitente e automático ligam ao mesmo tempo. Este é um exemplo de cenário em que acontece uma elevada percentagem das interrupções de energia, mas também onde esta funciona muitas vezes pois os equipamentos em modo automático não ligam todos simultaneamente. A potência recomendada de 4.6 kVA é desta forma aceitável.

Tabela 12 **Possíveis cenários de funcionamento**

		Cenários: Simulação			Cenários: Realidade		
Equipamentos	Pot.	Manhã	Tarde	Noite	Real1	Real2	Corte
Iluminação	600	100	100	200	100	200	100
Frigoríficos	250	250	250	250	250	250	250
Arcas congeladoras	250	250	250	250	250	250	250
Micro-ondas	1200	1200					
Máquina de café	1260						
Aquecedores	4000		2000	2000			2000
Televisores	100	50	50	100	50	100	
Ferro de engomar	1750		1750				
Aspirador	1400	1400					
Carregadores	25			25		25	
Lavadora de alta pressão	2000						
Máquina de lavar roupa	2250		2250		2250		
Máquina de lavar loiça	2500						
Eletrobomba do furo	1800	1800	1800	1800		1800	1800
Eletrobomba do poço	750						
Consumo estimado (W)	20135	5050	8450	4625	2900	2600	4400
Potência recomendada (kVA)		5.75	10.35	5.75	3.45	3.45	4.6

### 3.5. DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTA DE CÁLCULO

Foi criada uma ferramenta de cálculo em Excel para apoio a este estudo, cujo aspeto visual se apresenta na Figura 11. Nessa ferramenta existem catorze folhas de cálculo, sendo doze delas utilizadas para a estimativa de consumos e custos monetários mês após mês. A décima terceira folha é reservada ao cálculo de consumos totais por equipamento e na última folha faz-se a comparação de custos totais da eletricidade entre os diferentes fornecedores. As doze folhas de cálculo reservadas às estimativas podem ter até vinte diferentes equipamentos. Pode-se dizer que cada uma dessas doze folhas de cálculo está dividida em cinco secções:

- Na primeira secção faz-se a descrição dos equipamentos e respetivas potências. Neste estudo existem quinze diferentes equipamentos, sendo possível alterá-los ou acrescentar até mais cinco. Essas alterações são feitas na folha Setembro e replicadas para as restantes folhas.
- Na segunda secção faz-se a estimativa do tempo de funcionamento, da percentagem de capacidade utilizada ou do consumo de energia (quando medido) e da frequência de funcionamento (quantas vezes por dia, semana ou mês). Nos casos em que o consumo é medido, não é necessário introduzir tempo de funcionamento e capacidade utilizada, uma vez que o cálculo utiliza apenas uma dessas opções.

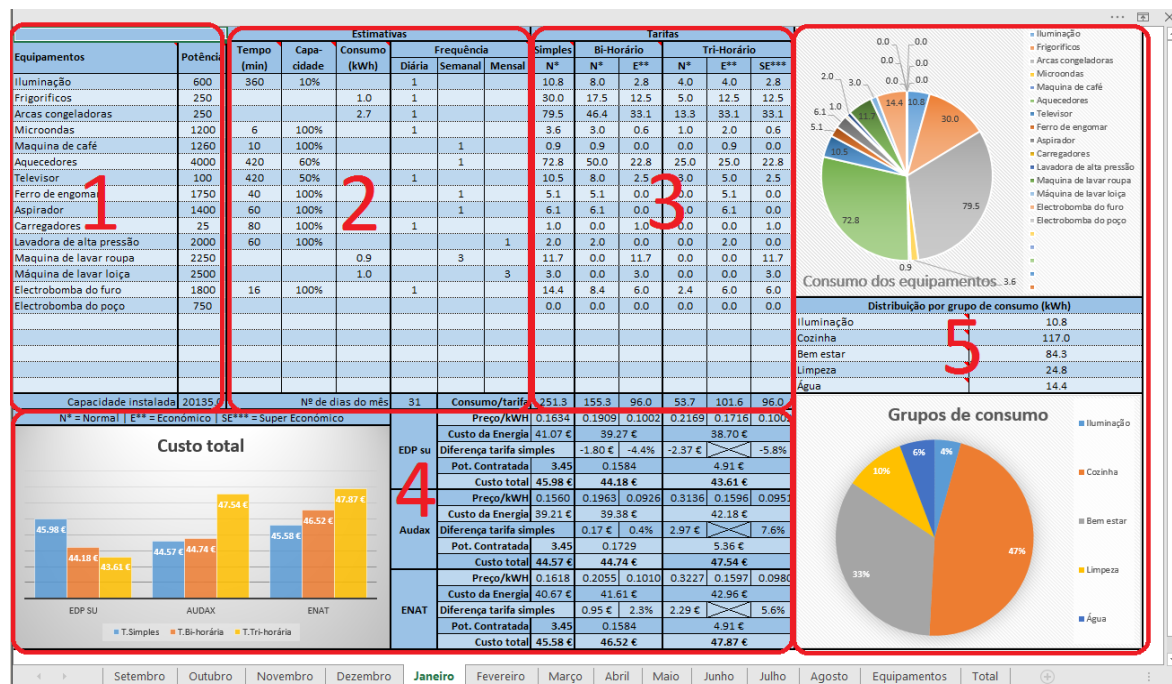


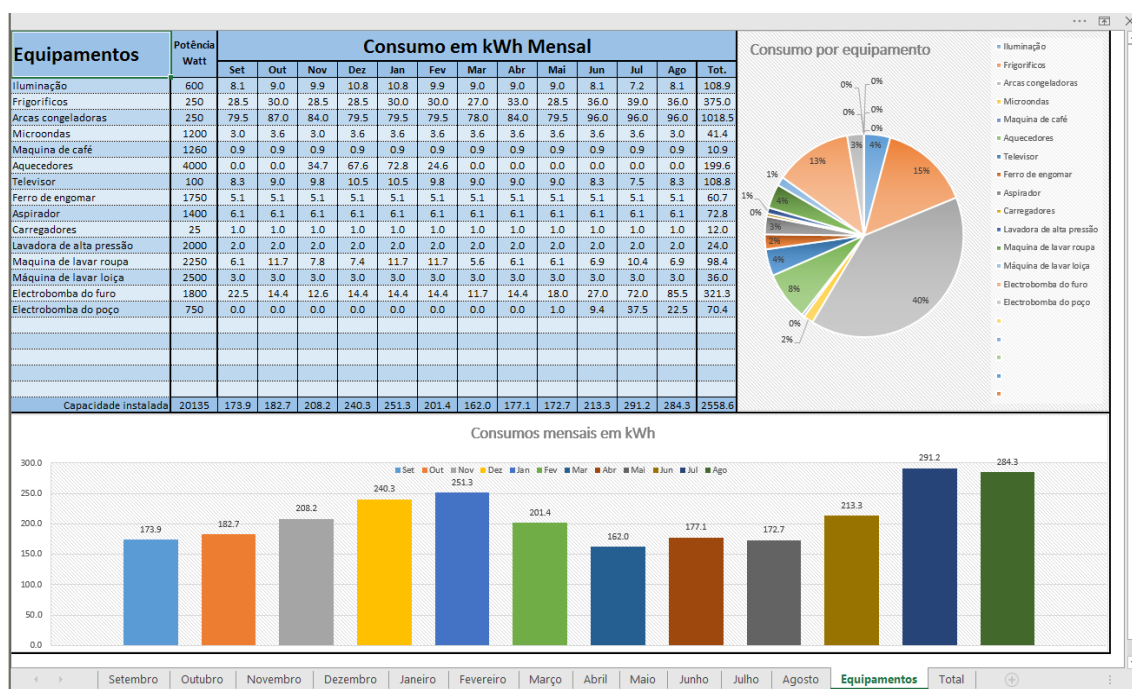
Figura 11 Ferramenta de apoio em Excel

- A terceira secção é reservada para as estimativas de consumo das várias tarifas. Na tarifa simples essa estimativa é automática mediante os dados introduzidos nas secções anteriores. Na tarifa bi-horária é necessário introduzir a estimativa do consumo em horário normal, sendo o consumo em horário económico calculado pela diferença entre o consumo do equipamento e o do horário normal. Já na tarifa tri-horária é necessário introduzir a estimativa de consumo para o horário normal e económico. Da mesma forma, a estimativa para o horário supereconómico é calculada pela diferença entre o consumo total e os consumos em horário normal e económico. Para os equipamentos com funcionamento autónomo, como frigoríficos e arcas congeladoras, essa estimativa é proporcional à duração diária de cada período horário.

- A secção 4 é onde são efetuados os cálculos segundo os preços de três diferentes fornecedores de energia elétrica (EDP, Audax e ENAT). Nesta secção é necessário introduzir o preço por kWh em cada tarifa e período horário, e introduzir também a potência contratada e respetivo preço. Com todos estes dados é criado um gráfico comparativo do preço final da energia para esse mês, separado por tarifa e fornecedor onde se pode ver as oscilações do preço da energia mês após mês.

- Na quinta secção é onde os equipamentos são agrupados em cinco categorias (iluminação, cozinha, bem-estar, limpeza e água) e é feito o cálculo de consumo para cada um desses grupos. São também criados dois gráficos circulares, um com os consumos de cada equipamento em kWh e o outro com os consumos de cada grupo de equipamentos em percentagem do consumo mensal.

A Figura 12 apresenta a décima terceira folha desta ferramenta, denominada Equipamentos, sendo esta reservada à soma dos consumos de eletricidade em cada equipamento mês após mês. Nesta folha pode-se ver os consumos de cada equipamento mês após mês. Esses consumos são somados durante o período em análise e apresentam-se num gráfico circular como percentagem do consumo da energia elétrica total. Na parte inferior desta folha, é visível um gráfico de barras com os consumos totais de energia em cada mês. Pode-se ver aqui também as oscilações e as diferenças na eletricidade consumida em diferentes alturas do ano. Os meses de verão e inverno apresentam consumos mais elevados, enquanto os de primavera e outono um consumo tipicamente mais baixo.



**Figura 12 Folha de cálculo Equipamentos**

Por fim, a décima quarta folha desta ferramenta é denominada Total, tendo o visual que se apresenta na Figura 13. Esta folha é dedicada ao somatório das estimativas dos custos mensais nas diferentes tarifas e dos diferentes fornecedores. O custo mensal para cada tarifa de cada fornecedor é somado nos doze meses e é criado um gráfico comparativo de custos entre tarifas e fornecedores (à esquerda na referida figura).

Também nesta folha é calculada a diferença entre a tarifa simples da EDP (a que é praticada na instalação de momento) e as diferentes tarifas dos diferentes fornecedores. Cada célula, onde é calculada essa diferença, adquire uma cor entre o verde, amarelo e vermelho caso o valor da diferença seja positivo, próximo de zero ou negativo, significando isto que o valor a pagar seria mais baixo, aproximado ou mais alto, respetivamente. O gráfico da direita nesta folha mostra estas diferenças para o período em análise.

Nestas duas ultimas folhas não é necessário introdução ou alteração de qualquer informação, pois todos os cálculos são feitos automaticamente através da recolha de dados das folhas anteriores. Estas duas folhas são assim apenas de consulta e visualização de informação, estando protegidas contra qualquer introdução ou alteração de dados.

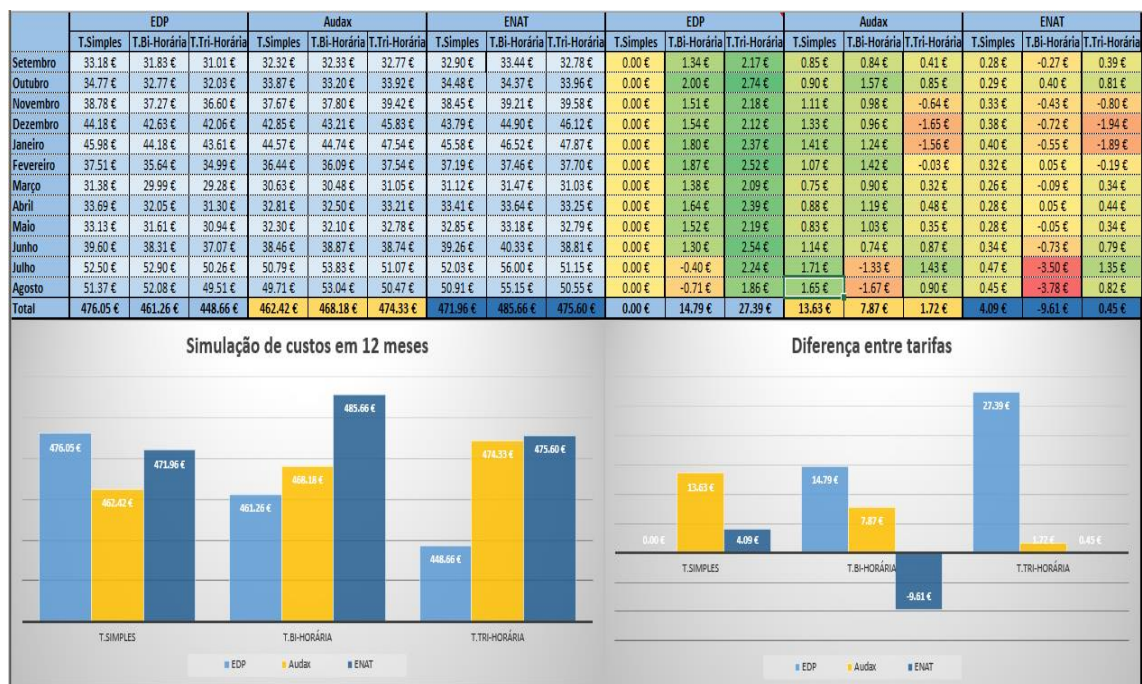


Figura 13 Folha de cálculo com o total de consumos

### 3.6. RESULTADOS OBTIDOS

No portal da EDP [10], que é o atual fornecedor de eletricidade, existe um comparador de consumos. Essa aplicação compara o consumo real durante um intervalo de tempo de uma determinada habitação com o consumo médio das habitações com a mesma potência contratada, na mesma região e com o mesmo número de residentes.

Foram considerados 4 períodos, desde 19-08-2015 até 22-09-2016. Períodos esses coincidentes com as leituras efetuadas pelo fornecedor de energia. A partir destas leituras foi efetuado um comparativo para a potência real contratada (3.45 kVA) e para a potência recomendada pelo simulador (10.35 kVA). A Tabela 13 apresenta esses resultados.

Tabela 13 Comparativo de consumos

Período	Consumo (kWh)	3.45 kVA	10.35 kVA
19-08-2015 a 23-11-2015	582	3% acima	55% abaixo
23-11-2015 a 19-02-2016	611	17% acima	49% abaixo
19-02-2016 a 31-05-2016	580	4% abaixo	58% abaixo
31-05-2016 a 22-09-2016	908	35% acima	41% abaixo

Da análise feita a estes resultados constata-se que o consumo desta habitação está acima do consumo médio segundo o portal do fornecedor. Mas simulando os mesmos consumos para

a potência contratada recomendada está bastante abaixo, situando-se para o período em análise entre 41 e 58% abaixo da média. Isto poderá indicar que quando não há potência disponível o uso da mesma é feita de forma mais racional ou os equipamentos típicos diferem e isso reflete-se nos consumos como se pode observar.

### 3.6.1. COMPARAÇÃO COM O CONSUMO DOMÉSTICO NACIONAL

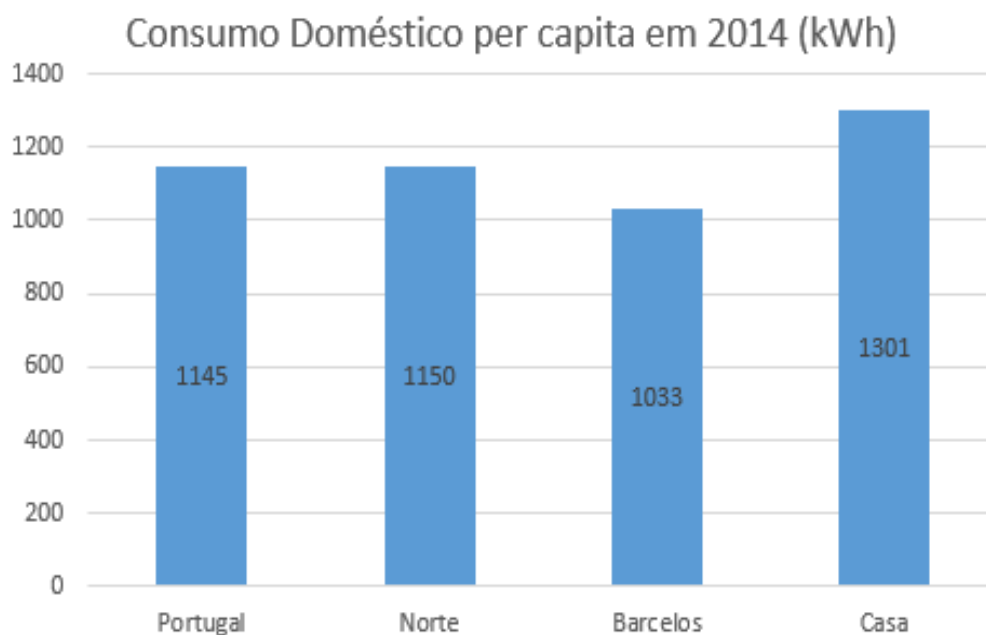
Foram recolhidos dados do portal do INE [16] relativos ao consumo doméstico no território de Portugal, no norte do país e em Barcelos para o ano de 2014. Também se recolheram dados relativos à população residente nessas mesmas áreas nesse mesmo ano. Com dados do consumo total e população residente calculou-se o consumo doméstico per capita nessas áreas. A partir dos dados da faturação de eletricidade relativos ao ano de 2014 calculou-se o consumo per capita na habitação em estudo. Todos esses dados encontram-se na Tabela 14 e no gráfico da Figura 14.

Tabela 14 Consumo e população em 2014

	Consumo kWh	População	Consumo per capita kWh	Comparação com a média nacional
Portugal	11907719427	10401062	1145	---
Norte	4178700595	3632990	1150	0.5%
Barcelos	123240470	119287	1033	-9.8%
Habitação	2602	2	1301	13.6%

Desta análise constata-se que o consumo per capita do norte do país está em linha com a média nacional. Já quanto ao consumo per capita de Barcelos está 10% abaixo da média nacional. A habitação em estudo está 13.6% acima do consumo em Portugal e 25% acima do consumo per capita no concelho onde se localiza.

Se compararmos estes resultados com as estimativas dos consumos mensais por equipamento presentes na Tabela 8, observa-se que o aumento do consumo de verão devido à rega e os aquecedores de inverno contribuem fortemente para a diferença relativamente à média nacional. O facto desta região ser das poucas a nível nacional, onde ainda não existe abastecimento de água de rede pública, faz com que o abastecimento de água à habitação seja feito com recurso a uma eletrobomba que extrai água de um furo artesiano. Esta situação faz assim, aumentar o consumo de energia elétrica durante todo o ano.



**Figura 14 Consumo Doméstico per capita em 2014**

### **3.7. ANÁLISE CONCLUSIVA**

Através da verificação das potências, cálculo do tempo de funcionamento, medição de consumo diário e posterior estimativa dos consumos de energia elétrica durante os vários meses durante um ano, conseguiu-se ter uma aproximação à quantidade de energia consumida e custo de cada equipamento em diferentes alturas do ano.

Este estudo tratou-se apenas de uma estimativa sujeita a erros, uma vez que a duração de funcionamento de cada equipamento ou o respetivo consumo instantâneo está sujeito a diversas variáveis tais como temperatura exterior, clima chuvoso ou seco, quantidade de luz natural diária, hábitos, comportamentos e variação pontual no número de utilizadores.

Para termos uma análise com maior rigor do consumo real seria necessária uma medição em cada equipamento durante um período de tempo mais prolongado e em diferentes estações do ano, o que não foi possível devido ao reduzido calendário para a elaboração deste trabalho.

De salientar também que todos os custos ou preços da energia elétrica apresentados ao longo deste trabalho não incluem a taxa legal de IVA a 23%, aplicada em Portugal no corrente ano.

## 4. CONCLUSÕES

Ao longo deste trabalho foi feita a análise ao consumo de energia elétrica, durante um ano, numa habitação localizada em área rural. Desta forma e através das várias estimativas efetuadas conseguiu-se criar um perfil de consumo de cada equipamento e o consequente custo total durante o período de um ano, em três comercializadores do mercado livre. Esses três fornecedores vendem energia em baixa potência nas três tarifas analisadas, daí serem escolhidos para este comparativo.

Esta análise, para as tarifas bi-horária e tri-horária, tratou-se de uma estimativa de custos mensal/anual sujeita a erros. Já quanto à tarifa simples representou o cálculo de um custo real pois apenas é necessário saber a energia total consumida e os preços de cada fornecedor. Desta forma, olhando ao preço da tarifa simples, a EDP é o comercializador que fornece um serviço mais caro face ao perfil desta instalação. Do lado oposto, com o preço de serviço mais baixo está também a EDP com a tarifa tri-horária, segundo as estimativas efetuadas.

Com este estudo foi possível ter uma visão aproximada do peso que todos os equipamentos têm na fatura da eletricidade. Os eletrodomésticos da cozinha chegam a atingir os 70% do consumo mensal de eletricidade. Analisando equipamento a equipamento são as arcas congeladoras as que mais consomem representando 40% do consumo de energia elétrica no período em análise. Seguem-se os frigoríficos e o abastecimento de água/rega com 15 e 16% da eletricidade consumida, respetivamente.



Através da simulação de vários cenários de consumo, tendo em conta o tipo de instalação, os cuidados e os hábitos criados pelos utilizadores ao longo dos anos, constatou-se que a deslocação de cargas para diferentes horários (o que já é feita atualmente) e um aumento de potência contratada para o patamar seguinte (4.60 kVA) seria suficiente para diminuir para muito próximo de zero os cortes do disjuntor de entrada devido à sobrecarga da instalação.

Nesta instalação, o que atualmente é feito empiricamente/manualmente, com todos os inconvenientes e falhas de energia ocasionais (devido a erro humano e limitações da instalação), poderia ser feito de forma inteligente e automática por um sistema de gestão de energia doméstico sem ser necessário recorrer ao aumento da potência contratada, anulando também assim as interrupções de energia.

Desta forma, outras questões se podem formular:

- O custo da instalação e manutenção de um sistema desses seria rentável face às vantagens e às poupanças que se obteriam mensalmente?
- Quanto tempo demoraria a rentabilizar esse sistema, do ponto de vista monetário, olhando aos custos de instalação/manutenção e poupanças com energia?
- Qual a poupança de energia que se consegue com um sistema de gestão e controlo?

São estas, algumas das questões que poderão ser respondidas em futuros desenvolvimentos deste trabalho.

## *Referências Documentais*

- [1] ISHIKAWA, Michio – “A Study of the Fukushima Daiichi Nuclear Accident Process”. Springer, 2014, ISBN 978-4-431-55542-1.
- [2] Michaelides Efsthios EE. (Sthatis), “Alternative Energy Sources”, Springer, 2012, ISBN 978-3-642-20950-5.
- [3] “BP Statistical Review of World Energy”, 65th Edition, June 2016.
- [4] A. Gagliano, F. Nocera, M. Detommaso, F. Patania, “Design solutions for reducing the energy needs of residential buildings” 2015 6th International Renewable Energy.
- [5] Darmstadter Joel, “Energy and Population”, Resources for the Future, 09-2004.
- [6] J. Galvão, S. Leitão, S. Malheiro, T. Gaio “Model of Decentralized Energy on Improving the Efficiency in Building Services” supported by the Leiria Polytechnic Institute of Portugal.
- [7] Elahe Doroudchi, Sudip Kumar Pal, Matti Lehtonen, Jorma Kyrrä “Optimizing Energy Cost via Battery Sizing in Residential PV/Battery Systems” School of Engineering Aalto University Espoo, Finland.
- [8] Shengrong Bu, F. Richard Yu, and Peter X. Liu, “Stochastic Unit Commitment in Smart Grid Communications”, Department of Systems and Computer Engineering, Carleton University, Ottawa, ON, Canada.
- [9] <http://data.worldbank.org/>
- [10] <http://energia.edp.pt/particulares/>
- [11] <http://www.enat.pt/>
- [12] <http://www.audaxenergia.pt>
- [13] <http://www.erse.pt/pt/Paginas/home.aspx>
- [14] <http://www.edpsu.pt/pt/Pages/homepage.aspx>
- [15] <http://www.iea.org/statistics/ieaenergyatlas/>
- [16] <http://www.ine.pt>
- [17] <http://www.pordata.pt/>

## Anexo A. Consumos e crescimento per capita

País	Consumo (kWh)		Crescimento		
	1971	2013	Médio annual %	Nº de vezes	Total %
Oman	14.69	5981.45	15.38%	407.27	40626.66%
Indonesia	14.35	787.68	10.01%	54.90	5389.65%
South Korea	295.60	10427.89	8.85%	35.28	3427.75%
Vietnam	41.03	1305.58	8.59%	31.82	3082.07%
Bangladesh	10.69	293.02	8.20%	27.41	2641.12%
Saudi Arabia	323.98	8741.42	8.16%	26.98	2598.16%
China	151.99	3762.08	7.94%	24.75	2375.22%
Libya	180.24	3922.77	7.61%	21.76	2076.37%
Nepal	6.05	128.15	7.54%	21.18	2018.33%
Thailand	120.32	2470.77	7.46%	20.53	1953.47%
Paraguay	81.65	1473.01	7.13%	18.04	1704.16%
United Arab Emirates	686.87	10904.45	6.80%	15.88	1487.55%
Jordan	136.21	2103.86	6.73%	15.45	1444.52%
Mauritius	146.56	2148.33	6.60%	14.66	1365.81%
Malaysia	309.78	4511.97	6.59%	14.57	1356.50%
Turkey	247.08	2744.84	5.90%	11.11	1010.92%
Iran, Islamic Rep.	274.14	2899.00	5.78%	10.58	957.51%
Algeria	133.09	1277.37	5.53%	9.60	859.80%
Bahrain	1947.39	18216.62	5.47%	9.35	835.44%
Tunisia	154.18	1434.62	5.45%	9.30	830.48%
Ecuador	144.51	1333.16	5.43%	9.23	822.56%
Sri Lanka	57.92	525.88	5.39%	9.08	807.94%
Mozambique	50.27	435.60	5.28%	8.67	766.51%
Egypt, Arab Rep.	202.92	1697.47	5.19%	8.37	736.53%
Myanmar	19.87	164.47	5.16%	8.28	727.88%
Iceland	7001.52	54799.17	5.02%	7.83	682.68%
India	97.99	765.00	5.01%	7.81	680.69%
Singapore	1154.81	8839.71	4.97%	7.65	665.47%

Yemen, Rep.	33.37	247.17	4.88%	7.41	640.67%
Morocco	124.89	866.24	4.72%	6.94	593.58%
Iraq	259.36	1780.70	4.69%	6.87	586.57%
Trinidad and Tobago	1036.22	6876.37	4.61%	6.64	563.60%
Syrian Arab Republic	175.47	1126.56	4.53%	6.42	542.02%
Gabon	186.13	1167.63	4.47%	6.27	527.32%
Sudan	26.08	158.66	4.39%	6.08	508.36%
Lebanon	525.58	3194.07	4.39%	6.08	507.72%
Qatar	2641.60	15470.99	4.30%	5.86	485.67%
Honduras	127.96	720.98	4.20%	5.63	463.43%
Portugal	835.29	4685.05	4.19%	5.61	460.89%
Brazil	455.59	2529.30	4.17%	5.55	455.17%
Brunei Darussalam	1753.66	9703.55	4.16%	5.53	453.33%
El Salvador	169.71	915.00	4.09%	5.39	439.15%
Chile	776.98	3878.91	3.90%	4.99	399.23%
Kuwait	2986.76	14910.58	3.90%	4.99	399.22%
Nigeria	28.49	141.87	3.90%	4.98	397.93%
Pakistan	93.55	449.97	3.81%	4.81	381.00%
Albania	532.03	2531.89	3.78%	4.76	375.89%
Malta	1007.60	4735.77	3.75%	4.70	370.01%
Dominican Republic	327.57	1516.52	3.72%	4.63	362.97%
Hong Kong	1297.80	5933.63	3.69%	4.57	357.21%
Guatemala	123.70	555.04	3.64%	4.49	348.68%
Bolivia	165.20	705.29	3.52%	4.27	326.94%
Greece	1198.27	5029.00	3.47%	4.20	319.69%
Congo, Rep.	55.95	233.94	3.46%	4.18	318.11%
Mexico	501.44	2056.96	3.42%	4.10	310.21%
Uruguay	732.01	2985.06	3.40%	4.08	307.79%
Haiti	12.31	48.51	3.32%	3.94	294.08%
Panama	525.23	2038.00	3.28%	3.88	288.02%
Cyprus	990.56	3594.79	3.12%	3.63	262.90%
Argentina	870.62	3093.35	3.06%	3.55	255.30%
Spain	1536.46	5401.05	3.04%	3.52	251.53%
Ethiopia	18.87	64.62	2.97%	3.42	242.35%
Costa Rica	604.73	1954.56	2.83%	3.23	223.21%

Peru	394.40	1269.77	2.82%	3.22	221.95%
Gibraltar	1811.30	5769.23	2.80%	3.19	218.51%
Finland	4889.50	15509.73	2.79%	3.17	217.20%
Venezuela, RB	1033.94	3245.07	2.76%	3.14	213.85%
Ireland	1884.66	5701.90	2.67%	3.03	202.54%
Tanzania	30.19	89.48	2.62%	2.96	196.41%
Senegal	74.51	219.25	2.60%	2.94	194.27%
Philippines	235.76	692.06	2.60%	2.94	193.54%
Colombia	403.64	1177.11	2.58%	2.92	191.63%
Israel	2288.69	6558.72	2.54%	2.87	186.57%
Cuba	505.75	1425.48	2.50%	2.82	181.85%
Australia	3751.64	10133.86	2.39%	2.70	170.12%
France	2746.17	7373.98	2.38%	2.69	168.52%
Cote d'Ivoire	94.21	252.38	2.37%	2.68	167.88%
Nicaragua	225.67	598.08	2.35%	2.65	165.03%
Austria	3213.13	8513.01	2.35%	2.65	164.94%
Angola	86.37	226.84	2.33%	2.63	162.65%
Belgium	3217.05	7966.69	2.18%	2.48	147.64%
Italy	2152.77	5159.18	2.10%	2.40	139.65%
Togo	64.05	147.50	2.01%	2.30	130.28%
Japan	3415.69	7835.60	2.00%	2.29	129.40%
Hungary	1711.30	3890.29	1.97%	2.27	127.33%
Netherlands	3146.46	6821.06	1.86%	2.17	116.78%
Kenya	77.98	167.72	1.84%	2.15	115.09%
Bulgaria	2292.65	4639.71	1.69%	2.02	102.37%
Poland	1955.77	3937.65	1.68%	2.01	101.34%
Denmark	3059.36	6039.61	1.63%	1.97	97.41%
New Zealand	4694.01	9084.22	1.58%	1.94	93.53%
Slovak Republic	2696.68	5202.47	1.58%	1.93	92.92%
South Africa	2246.14	4325.52	1.57%	1.93	92.58%
Cameroon	146.64	278.06	1.54%	1.90	89.62%
Czech Republic	3424.20	6284.79	1.46%	1.84	83.54%
Sweden	7674.29	13870.39	1.42%	1.81	80.74%
United States	7517.30	12988.26	1.31%	1.73	72.78%
Germany	4064.45	7019.01	1.31%	1.73	72.69%

North America	7685.65	13241.34	1.30%	1.72	72.29%
Switzerland	4615.35	7807.31	1.26%	1.69	69.16%
Canada	9300.72	15519.34	1.23%	1.67	66.86%
Norway	14084.41	23325.75	1.21%	1.66	65.61%
Romania	1632.08	2494.53	1.02%	1.53	52.84%
Jamaica	818.73	1126.47	0.76%	1.38	37.59%
United Kingdom	4254.65	5407.29	0.57%	1.27	27.09%
Curacao	4091.21	5005.79	0.48%	1.22	22.35%
Ghana	313.12	382.31	0.48%	1.22	22.10%
Luxembourg	11871.35	14193.17	0.43%	1.20	19.56%
Zimbabwe	661.05	531.75	-0.52%	0.80	-19.56%
North Korea	908.90	660.19	-0.76%	0.73	-27.36%
Zambia	1018.47	731.47	-0.79%	0.72	-28.18%
Congo, Dem. Rep.	162.28	110.04	-0.92%	0.68	-32.19%
Mundial	1200.59	3104.38	2.29%	2.59	158.57%
População (Milhões)	3762.00	7176.00	1.55%	1.91	90.75%
Consumo total (GWh)	4516623.34	22277045.23	3.87%	4.93	393.22%

## Anexo B. Ranking do consumo vs PIB per capita

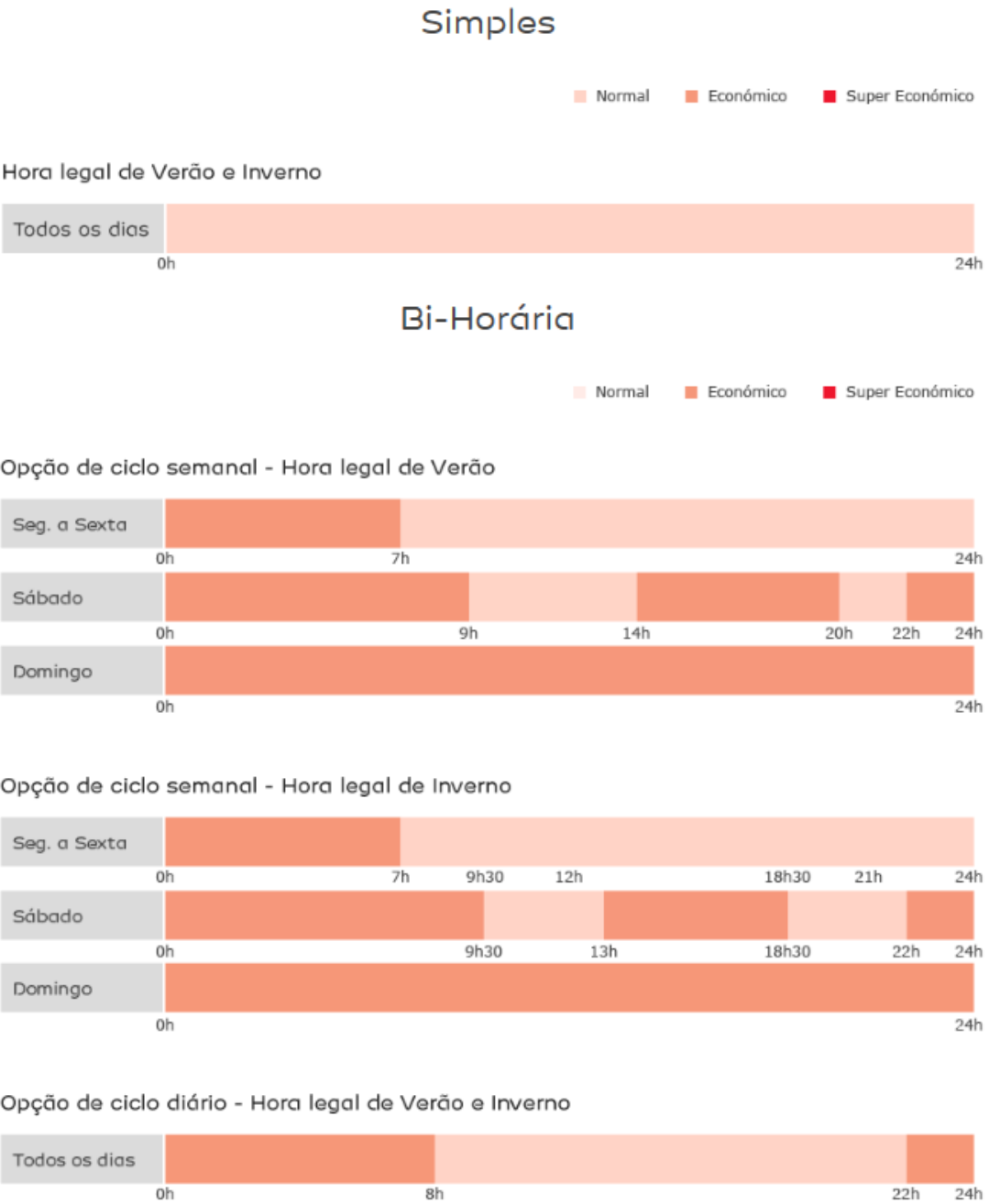
Country	Power		GDP	
	MWh	Ranking	\$US	Ranking
Iceland	53.90	1	52036.73	12
Norway	23.00	2	97429.71	2
Bahrain	19.22	3	24855.22	31
Qatar	16.74	4	96732.53	3
Canada	15.54	5	50185.48	14
Kuwait	15.33	6	43593.70	21
Finland	15.25	7	49864.58	15
Luxembourg	13.87	8	116612.88	1
Sweden	13.48	9	58899.98	7
USA	12.96	10	54398.46	9
UAE	11.24	11	43962.71	20
South Korea	10.56	12	27989.35	29
Brunei	10.11	13	40979.64	23
Australia	10.00	14	61995.83	5
Saudi Arabia	9.41	15	24406.47	32
New Zealand	9.13	16	44380.43	19
Singapore	8.84	17	56007.29	8
Austria	8.36	18	51148.36	13
Japan	7.83	19	36152.69	26
Belgium	7.75	20	47299.86	17
Switzerland	7.52	21	85610.84	4
Trinidad & Tobago	7.14	22	21317.45	37
Germany	7.04	23	47767.00	16
France	6.95	24	42546.84	22
Slovenia	6.73	25	24001.88	33
Estonia	6.72	26	20147.78	38
Netherlands	6.71	27	52138.68	11
Russia	6.60	28	13902.14	48
Israel	6.60	29	37206.18	25
Czech Rep	6.26	30	19502.42	39
Oman	6.13	31	19309.61	40
Hong Kong	6.07	32	40215.67	24
Denmark	5.86	33	61330.91	6
Ireland	5.72	34	54321.29	10
Kazakhstan	5.60	35	13154.84	50
Spain	5.36	36	29718.50	28
Slovak	5.14	37	18501.43	41
UK	5.13	38	46278.52	18

Greece	5.05	39	21627.35	36
Malta	5.01	40	22776.19	34
Italy	5.00	41	35179.65	27
Cyprus	4.87	42	27245.74	30
Bulgaria	4.71	43	7851.27	65
Portugal	4.66	44	22124.37	35
Malaysia	4.65	45	11307.06	54
Montenegro	4.61	46	7378.04	67
Serbia	4.27	47	6200.17	74
South Africa	4.24	48	6472.10	71
Hungary	3.97	49	14021.90	47
China	3.93	50	7587.29	66
Poland	3.92	51	14337.21	46
Chile	3.86	52	14566.15	45
Lithuania	3.83	53	16489.73	43
Croatia	3.71	54	13480.65	49
Belarus	3.68	55	8025.30	62
Lebanon	3.56	56	8148.64	61
Latvia	3.51	57	15692.19	44
Macedonia	3.50	58	5453.28	78
Ukraine	3.41	59	3065.16	101
Bosnia & Herzegovina	3.14	60	4851.66	83
Uruguay	3.07	61	16737.97	42
Argentina	3.05	62	12751.39	51
Iran	3.00	63	5442.87	79
Turkey	2.87	64	10303.90	58
Kosovo	2.80	65	4073.82	91
Turkmenistan	2.76	66	8193.72	60
Romania	2.58	67	10011.79	59
Brazil	2.58	68	11728.80	53
Thailand	2.57	69	5969.94	76
Jordan	2.52	70	4830.98	84
Albania	2.31	71	4588.65	86
Georgia	2.22	72	4429.65	87
Azerbaijan	2.22	73	7886.46	64
Mexico	2.20	74	10350.81	57
Panama	2.17	75	12712.43	52
Mongolia	2.08	76	4201.74	89
Costa Rica	1.96	77	10415.46	56
Armenia	1.90	79	3873.53	92
Libya	1.84	80	6573.39	69
Botswana	1.71	81	7153.44	68
Egypt	1.70	82	3365.71	96
Uzbekistan	1.58	83	2052.59	105
Dominican Republic	1.58	84	6147.34	75
Paraguay	1.56	85	4712.87	85



Namibia	1.56	86	5342.94	80
Tajikistan	1.49	87	1113.37	119
Tunisia	1.46	88	4328.90	88
Vietnam	1.44	89	2052.32	106
Moldova	1.39	90	2244.76	104
Ecuador	1.38	91	6345.84	72
Algeria	1.36	92	5484.07	77
Iraq	1.31	93	6336.47	73
Peru	1.31	94	6549.39	70
Gabon	1.30	95	10772.06	55
Colombia	1.29	96	7918.08	63
Jamaica	1.11	97	5119.22	82
El Salvador	0.97	98	4102.06	90
Indonesia	0.81	100	3499.59	95
India	0.80	101	1576.82	110
Bolivia	0.75	102	3124.08	100
Philippines	0.71	103	2872.51	102
Zambia	0.70	104	1725.97	109
Honduras	0.70	105	2434.28	103
Nicaragua	0.58	106	1960.49	107
Guatemala	0.57	107	3666.59	94
Zimbabwe	0.54	108	931.20	124
Sri Lanka	0.53	109	3852.88	93
Pakistan	0.47	110	1315.27	115
Mozambique	0.46	111	622.64	129
Ghana	0.36	112	1441.64	112
Angola	0.35	113	5232.69	81
Bangladesh	0.31	114	1086.80	121
Cote d'Ivoire	0.28	115	1545.94	111
Cambodia	0.27	116	1094.58	120
Cameron	0.27	117	1407.40	113
Sudan	0.25	118	1875.84	108
Senegal	0.22	119	1067.13	122
Myanmar	0.21	120	1203.84	117
Congo	0.21	121	3147.07	99
Kenya	0.17	122	1368.49	114
Togo	0.16	123	630.00	128
Nepal	0.14	124	701.68	127
Nigeria	0.14	125	3203.24	97
DR Congo	0.11	126	437.81	131
Tanzania	0.10	127	954.62	123
Benin	0.10	128	903.46	125
Ethiopia	0.07	129	573.57	130
Niger	0.05	130	431.38	132
South Sudan	0.04	131	1115.09	118
Haiti	0.04	132	830.15	126

# Anexo C. Horários das tarifas simples e bi-horária

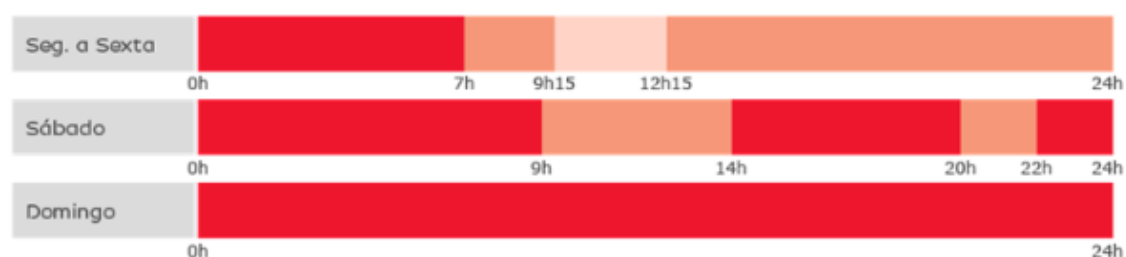


## Anexo D. Horários da tarifa tri-horária

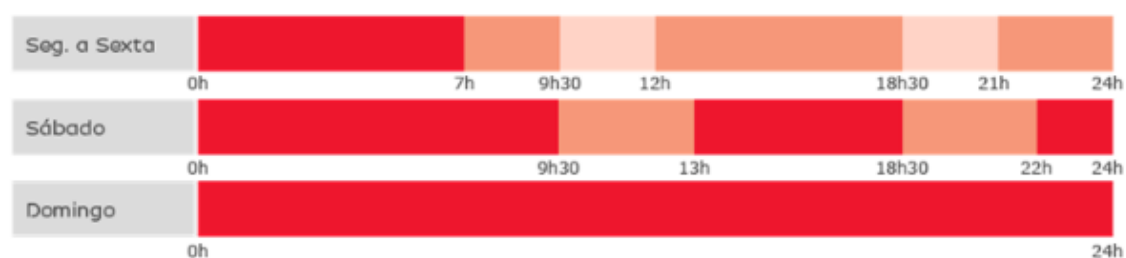
### Tri-Horária

Normal Económico Super Económico

#### Opção de ciclo semanal - Hora legal de Verão



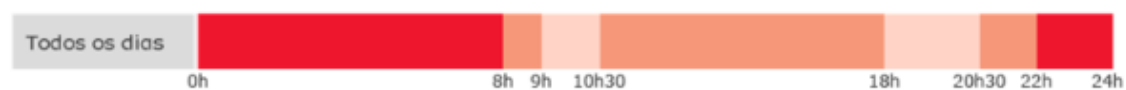
#### Opção de ciclo semanal - Hora legal de Inverno



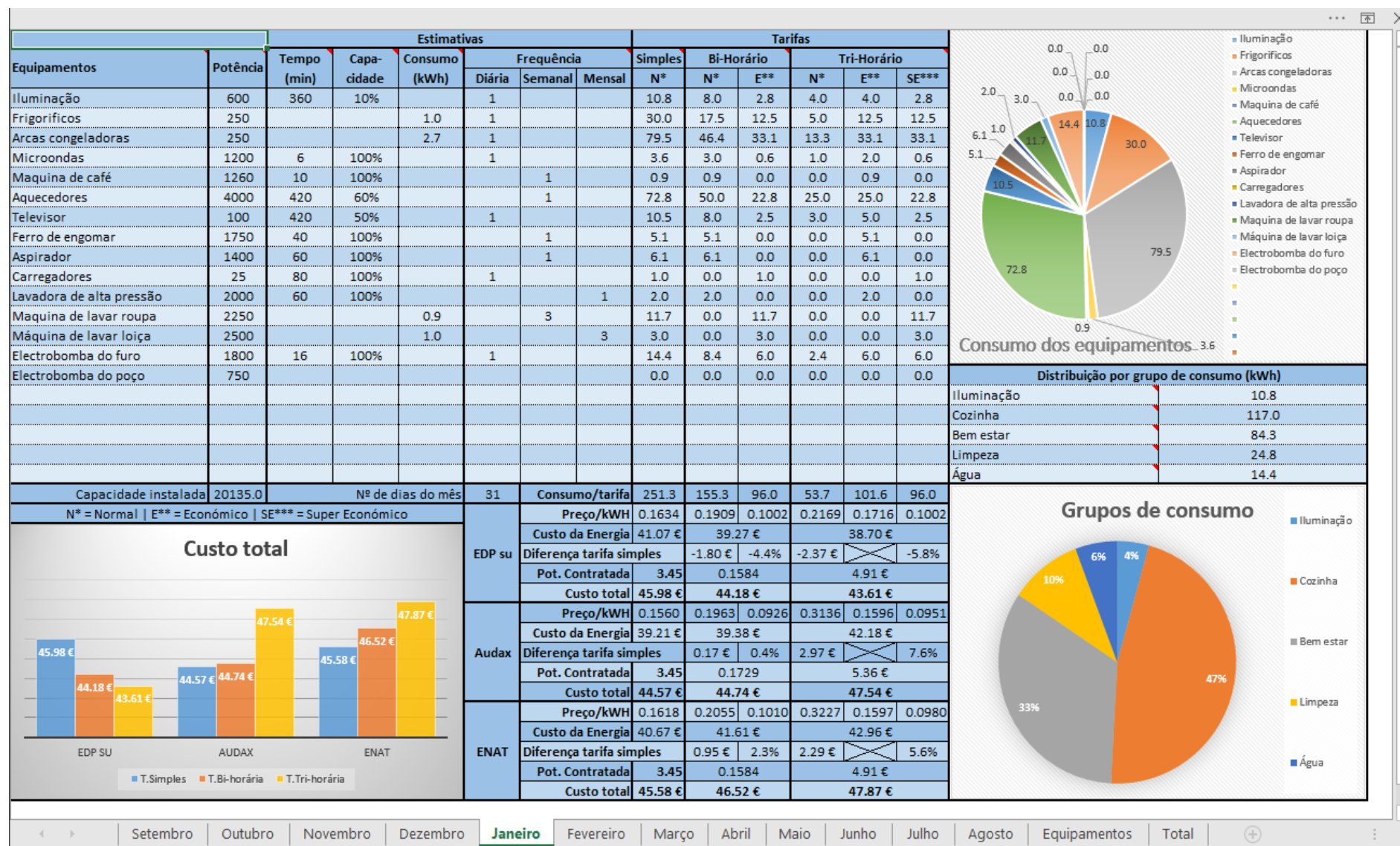
#### Opção de ciclo diário - Hora legal de Verão



#### Opção de ciclo diário - Hora legal de Inverno



## Anexo E. Excel com os cálculos de janeiro



## Anexo F. Excel com os cálculos de julho

